

Е. В. АНДРЕЕВА и Т. Н. КЛАДО

Многосфера

и

ЖИЗНЬ

Е. В. АНДРЕЕВА и Т. Н. КЛАДО

Гидрометеорология

и

ЖИЗНЬ

Гидрометеорологическое издательство Ленинград-1963

АННОТАЦИЯ

Книга «Атмосфера и жизнь» представляет ряд общедоступных очерков по различным разделам метеорологии. Из этой книги читатель узнает, как развивалась наука об атмосфере и как люди постепенно отказывались от суеверий, знакомясь с естественными причинами явлений, которые в древности приписывались сверхъестественным силам. Читатель найдет ответы на многие интересующие его вопросы — о возникновении ветра, облаков, ливней, гроз, о роли, которую играет погода в жизни человека, и о том, как и в какой мере человек может в свою очередь влиять на атмосферные явления.

Книга рассчитана на широкий круг читателей — школьников старших классов, преподавателей — всех, кто интересуется наукой о природе.

Введение



уря и дождь, метель и ливень, мороз и засуха властно вторгаются в жизнь человека, нередко нарушая все его планы. Погода на каждом шагу заставляет к себе приглядываться. Ведь она может неожиданно убить морозом цветение фруктовых деревьев, погубить засухой урожай, затопить поля ливнем, сбить спелые плоды градом. Распутица и метель неожиданно останавливают транспорт. Гололед разрывает провода и нарушает связь. Буря губит корабли в море, тропические ураганы разрушают целые города.

Что же делать человеку? Безропотно покоряться всем буйствам погоды? Или вступать с нею в борьбу?

Уже первобытный человек следил за проявлениями погоды. Но причины грома и молнии, дождя и ветра, солнечного света и тепла были ему непонятны, и он поклонялся явлениям природы, как злым и добрым божествам, обитающим на небе. Он и не помышлял о борьбе со стихиями, а старался их задобрить своими жертвоприношениями.

Так от бессилия первобытного человека перед силами природы постепенно рождалась религия. Вера в богов сохранилась у него даже и тогда, когда он достиг более высокого уровня культуры. Народы древних цивилизаций обожествляли явления природы. Например, у греков повелителем грозы и молнии считался Зевс, у римлян — Юпитер. Древние славяне поклонялись громовержцу Перуну.

В Древней Индии богом воздуха и света считался Индра. И почти все народы поклонялись богу Солнца.

В древние времена жрецы всех религий наблюдали за погодой и ее проявления объясняли народу волею божества. Но из потребностей жизни стали возникать зачатки наук. Люди

кочевали из одной страны в другую, осваивали новые земли, начали плавать по морям и рекам, приручали животных, развивалось земледелие.

Как же было тут обойтись без знания погоды? Многолетний опыт пастухов, землепашцев и моряков обобщался в виде различных примет, позволявших иногда предвидеть погоду даже на завтрашний день. В раскопках, произведенных в Вавилонии, найдены глиняные таблички третьего тысячелетия до нашей эры. На этих табличках сохранились записи примет различных явлений природы, например: «Когда гром гремит в месяце Себат, то появится саранча» или «Когда Солнце окружено кругом, то пойдет дождь».

Подобные заметки встречаются и в Библии.

У древних греков существовали особые календари погоды с «предсказаниями» на долгие сроки вперед. Эти календари пользовались успехом у населения, хотя предсказания переплетались в них с самыми нелепыми суевериями и религиозными предрассудками.

В средние века все мысли и чувства людей были пропитаны религией, и философия была объявлена «служанкой богословия». А так как под философией разумелись все естественные науки, то и физика, и метеорология могли утверждать лишь то, чего требовала церковь. Поэтому науки, в том числе и наука о погоде, не двигались с места целые столетия.

Власть религии уродовала человеческое сознание, держала его в тисках самых нелепых, самых причудливых представлений. Мир — утверждала религия — управлялся только волей бога, и бог делал погоду по своему желанию. Гейдельбергский ученый (богослов, историк и естествоиспытатель) Маркус Цум-Ламм писал в 1606 году: «Хотя необычная погода, как и затмения, кометы и другие удивительные вещи, имеют свои естественные причины, ими правит бог, посылающий их в знак своего гнева». А в проповеди пастора Крамера «О погоде» (1615 год) приведено 10 «доказательств» того, что бог непогодой наказывает людей.

Учению церкви надо было слепо верить и не рассуждать. Все, что противоречило священному писанию, объявлялось ересью. Библейские тексты имели силу закона даже в суде.

Для борьбы со всеми, кто не был согласен с учением церкви, была создана инквизиция. В течение многих веков под видом борьбы с «ересью» инквизиция подвергала передовых ученых и мыслителей тяжким наказаниям, сжигала их на кострах. Уничтожая лучшие творения человеческого гения, а заодно и их творцов, инквизиция задержала духовное и политическое развитие народов на сотни лет.

Зато развивались и множились суеверия. Инквизиция преследовала еретиков, считая колдовство отступничеством от бога.

Жертвы религиозного фанатизма и мракобесия насчитывались десятками тысяч.

В одной книге, вышедшей в конце XVI века в Регенсбурге (Германия), говорилось о 133 нечестивцах, которые были сожжены на костре в один только день. Они, как там написано, признали свою вину в том, что вызывали скверную погоду, ливни и град, причинившие много вреда деревьям.

Около этого же времени в Вене была казнена 73-летняя старуха, сознавшаяся под пыткой, что «в течение 50 лет она делала погоду по своему усмотрению».

Еще в 1766 году августинский монах и профессор богословия в Мюнхене, некий Мерц, писал, что ведьмы, заключившие союз с дьяволом, могут по произволу вызывать бури, грозы, град и ливни. Один 70-летний старик был сожжен на костре за то, что будто бы летал в облаках и вызывал грозу, но при этом упал голый на землю и, таким образом, был пойман на месте преступления.

Историки приводят множество аналогичных примеров.

И все же, несмотря на преследования и казни, находились смелые духом и мыслью люди, которые не только двигали вперед науку, но и делали ее достоянием народных масс.

Так обстояло дело на Западе.

В России русские «колдуны» занимались больше знахарством, т. е. лечением от разных болезней, чем «деланием погоды». Но поддаваясь внушениям церкви, русский народ также верил, что погода зависит от «божьей воли». В деревнях устраивались богослужения и «молебны» о дожде во время засухи или о прекращении дождей, когда они лили несколько недель подряд. Наши деды и прадеды были свидетелями этих попыток борьбы с погодой. В деревнях царской России жарким летом совершались крестные ходы, чтобы выпросить у бога хоть каплю дождя.

Народ молился, просил у бога хорошей погоды для урожая, но в то же время люди зорко следили за ее изменениями, собирали приметы и по ним старались предугадать перемены, следуя пословице: «На бога надейся, а сам не плошай»!

Народные приметы большей частью являются результатом многовековых наблюдений за природой, и возникли они из опыта земледельцев, мореплавателей и пастухов.

Многие из примет имеют характер суеверий, но есть и такие, в которых удивительно точно описывается ход метеорологических явлений, и под ними спокойно может подписаться специалист метеоролог. Так из наблюдений накапливался опыт. Но как родилась настоящая наука из тех зачатков, какими были подобные наблюдения, проследить довольно трудно.

Люди наблюдали погоду, умели иногда предугадать ее перемену, но найти закономерности в жизни Солнца, воды и ветра им не удавалось в течение многих тысячелетий. Говоря о погоде, люди только знали, тепло сейчас или холодно, сухо или влажно, идет ли дождь, дует ли ветер, ясно или пасмурно небо.

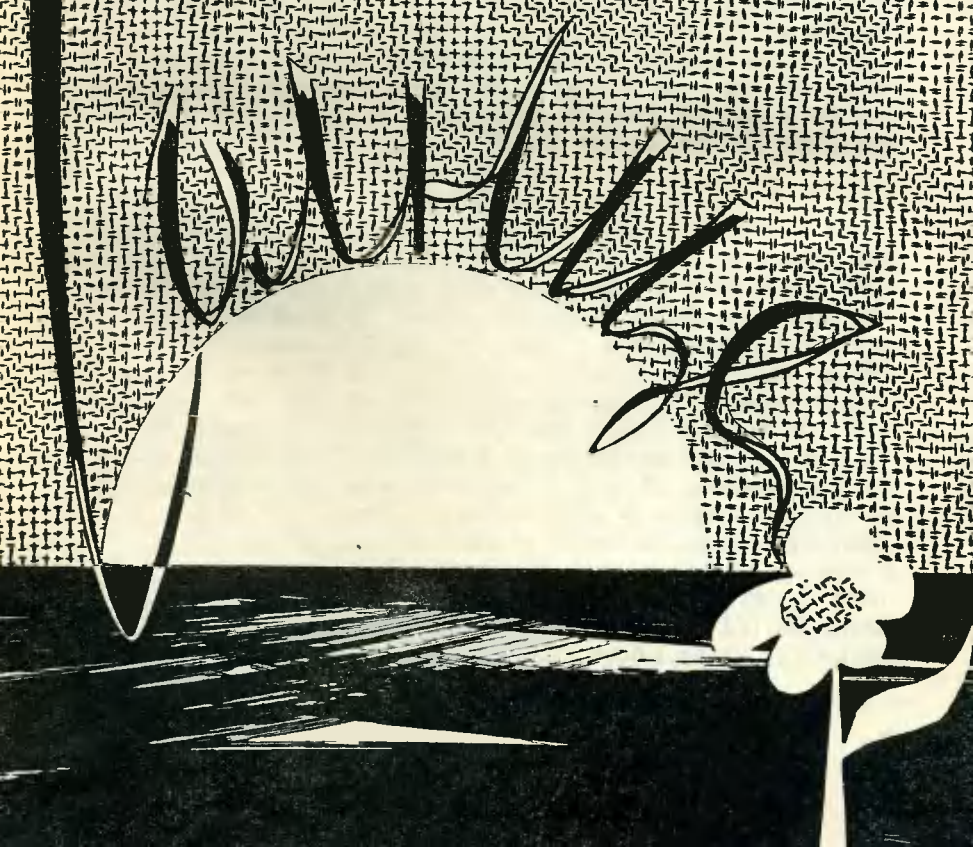
Этого, конечно, было слишком мало. Ведь чтобы изучить погоду, необходимо определить, насколько тепло или холодно, какой силы идет дождь и какой силы дует ветер. Погода — сложное проявление физических свойств атмосферы. Она состоит из множества элементов и ко всем надо подойти с какой-то мерой, чтобы иметь возможность сравнивать и раскрывать их взаимосвязи. Поэтому наука о погоде — метеорология — могла родиться только тогда, когда человек изобрел измерительные приборы — термометр, барометр, анемометр и многие другие, чтобы по ним определять в точных цифрах состав и вес воздуха, его температуру, давление и влажность, силу и направление воздушных потоков, количество солнечного тепла и количество земного излучения, электрическое состояние атмосферы. Иными словами, метеорология — это физика атмосферы.

Метеорология соприкасается, с одной стороны, с геофизикой, изучающей физическую жизнь твердой оболочки Земли, в том числе земной магнетизм, с другой — с наукой описательного характера, географией.

Метеорология состоит из целого ряда отделов: климатологии, изучающей явления климата в связи с геофизическими условиями местности; аэрологии, исследующей верхние слои атмосферы; актинометрии, измеряющей солнечное излучение; атмосферной оптики, изучающей световые лучи Солнца, и, наконец, синоптики, которая занимается предсказаниями погоды.

Метеорология — наука очень сложная, потому что погода складывается из многих разнородных элементов. В природе все эти элементы связаны друг с другом, влияют друг на друга, находятся в различных сочетаниях. Охватить сразу все, чем занимается наука о погоде, невозможно, и потому, если мы хотим понять атмосферные явления, приходится рассматривать каждый элемент в отдельности и уже потом попытаться показать, как раскрываются атмосферные «тайны» и законы, управляющие погодой.

глава
ПЕРВАЯ



Хотя ты и далеко, но твои лучи на земле,
Хотя ты и высоко, но следы ног твоих — день!
Твой восход прекрасен на горизонте.
О, живой бог, ты зачинатель жизни!



ак восхваляли Солнце поэты Древнего Египта. Все древние народы поклонялись Солнцу, как божеству, потому что человек видел, что без Солнца жизнь на земле невозможна. Солнце — источник света и тепла — было олицетворением бога Ра у египтян, Феба и Аполлона у греков и римлян. В Японии Солнце, дающее жизнь, считалось родоначальником японской нации. У древних инков основой всей религии было поклонение Солнцу. И ему в образе благого, щедрого жизнедателя Хорса или в образе грозного Ярилы молились наши предки славяне.

Древние религии и первобытная поэзия видели в Солнце величайший двигатель земной жизни. Но религии и поэзия могли выражать лишь смутное представление человека о громадном значении Солнца в его жизни, и только наука раскрывает нам роль Солнца во всем его величии. Действительно, мы знаем теперь, что все живое вокруг нас создано и выращено Солнцем. Вся жизнь на Земле и в атмосфере зависит от Солнца и связана с ним, хотя оно очень от нас удалено — расстояние между Солнцем и Землей составляет 150 миллионов километров. Пущенный с Земли снаряд, летящий со скоростью 500 метров в секунду, достигнет Солнца через 9 лет. А если бы у человека была рука длиной в 150 миллионов километров и он прикоснулся бы ею к поверхности Солнца, то боль от ожога он ощутил бы только через 167 лет, так как ощущения передаются по нервам в среднем со скоростью 28 метров в секунду. Даже свету, который распространяется с громадной скоростью — 300 000 километров в секунду, нужно около 8 минут, чтобы дойти от Солнца до Земли.

В тропических странах, где Солнце круглый год озаряет и согревает землю, царит вечное лето. А суровая зима северных стран — лишь слабый намек на то, какая была бы Земля без Солнца, ведь полярные страны даже и зимой получают некоторое количество тепла от ранее согретых солнцем воздуха и моря, от теплых воздушных и морских течений.

Что произошло бы, если б Солнце остыло или исчезло? Что было бы тогда? Это, конечно, трудно себе представить. Но Байрон сделал попытку описать эту картину:

Я видел сон. Не все в нем было сном.
Погасло Солнце светлое, и звезды
Скитались без цели, без лучей
В пространстве вечном. Льдистая Земля
Носилась слепо в воздухе безлунном...
Час утра наставал и проходил,
Но дня не приводил он за собою...
Царня тьма повсюду.

Без солнечных лучей на Земле воцарился бы холод межзвездного пространства и земной шар превратился бы в темную, замерзшую планету. Это всякому понятно. Но навряд ли каждый из нас ясно представляет себе, насколько вся наша жизнь связана с Солнцем.

Мы питаемся растительной и мясной пищей. А растения — это ничем незаменимые посредники между мертвой и живой природой, между Солнцем и животными, между Солнцем и человеком. Растение строит свое тело, усваивая углерод из углекислоты воздуха и воду с растворенными солями из почвы. Атмосферный углерод соединяется с водой в зеленых листьях под влиянием солнечного света и превращается в органические вещества: белки, крахмал, сахар, жиры, клетчатку, которыми питаются все живые существа на Земле. Такого превращения не может произвести ни один животный организм. Тимирязев писал: «Хлорофильное зерно — тот фокус, та точка в мировом пространстве, где солнечный луч, превращаясь в химическую энергию, становится источником жизни на Земле». Питаясь растениями, человек и животные, кроме необходимой пищи, получают также часть химической энергии, накопленной растениями из энергии солнечных лучей. Поступая в пищу, растения обеспечивают отопление организма животного и материал для построения его тела. Следовательно, с помощью растений и человек и животные получают часть той энергии, которую Солнце посылает на Землю.

Когда человек разводит огонь, чтобы согреться или приготовить пищу, он опять прибегает к Солнцу, потому что всякое топливо — дрова, уголь, нефть — происходит из растений или из остатков растений, которые были на Земле еще до появления человека.

Мы пользуемся энергией воды, строим гидроэлектростанции. Но откуда же берется энергия воды?

Солнце нагревает почву, воздух, воду в морях и океанах. Благодаря солнечному теплу с поверхности земного шара испаряется громадное количество воды и затем возвращается обратно на Землю в виде дождя и снега. От солнечного тепла тает лед и снег, бегут внешние воды, текут реки. Сила текущей воды огромна. Она вращает колеса, жернова, турбины, и механическая энергия как претворение солнечной превращается в электрическую.

Неравномерное нагревание Солнцем различных участков земной поверхности вызывает непрерывное движение воздушных масс — ветер, который также совершает работу. Ветер гонит облака, переносит пыль и песок, разрушает одни горные породы, создает другие, вращает ветряные двигатели и гонит парусные корабли.

Работа транспорта и всех машин (от простого станка до сложнейших механизмов), созданных человеком, — все это не что иное, как преобразованная энергия Солнца. Энергия на Земле преобразуется из одного вида в другой, но исходной всегда является энергия Солнца. Только атомная энергия, полученная путем искусственного расщепления атома, не связана с Солнцем.

Нет ничего удивительного в том, что Солнце излучает такую колоссальную энергию. Размеры Солнца огромны: его поперечник более чем в сто раз превышает поперечник Земли. Если бы мы захотели составить Солнце из шаров размером с нашу Землю, их потребовалось бы 1 300 000 штук, потому что объем Солнца в 1 300 000 раз больше объема земного шара.

По существу Солнце — гигантский термоядерный реактор. Примерно каждую секунду 4 000 000 тонн водорода превращается в нем в гелий. Это превращение сопровождается выделением огромного количества энергии, излучаемой в пространство.

Поверхность Солнца накалилась до 6 000 градусов, а в более глубоких слоях температура доходит до миллионов градусов. Ученые подсчитали, что Солнце излучает в одну секунду около 10^{26} (единица с 26 нулями) малых калорий. А тепло, которое Солнце излучает каждую секунду на Землю, равно теплу от сгорания в одном месте 11 600 миллиардов тонн каменного угля. Чтобы дать хоть отдаленное представление о температуре солнечной поверхности, скажем, что в доменных печах получается температура около 1500 градусов, а при 2000 градусов плавятся камни.

Солнечное излучение

В средние века священнослужители и монахи уверяли, что наша Земля — центр вселенной и что Солнце светит только для нас. Теперь мы знаем, что солнечный свет и тепло распростра-

няются во все стороны и на долю Земли приходится лишь очень небольшая доля солнечного излучения — около одной полумиллиардной части.

Солнце непрерывно излучает волновую радиацию, к которой относятся тепловые и световые лучи, радиоволны, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи. Помимо этой волновой радиации, Солнце обливает Землю потоками электрически заряженных частиц — корпускул, которые разгоняются электромагнитными полями Солнца до скоростей, позволяющих им оторваться и уйти в межпланетное пространство.

Лучи Солнца, встретив на своем пути земной шар, должны, прежде всего, пройти через земную атмосферу. Воздух, если он не содержит пыли и дыма, кажется нам прозрачным. Однако невидимые нашему глазу водяной пар и углекислота, содержащиеся в воздухе, поглощают значительную часть солнечного излучения. В среднем атмосфера задерживает около одной четверти солнечного излучения, и только три четверти его доходит до земной поверхности.

Как же оценить это количество в каких-либо понятных нам единицах? Долголетние и тщательные наблюдения дали возможность определить так называемую «солнечную постоянную», т. е. количество тепла, которое падает в течение одной минуты на один квадратный сантиметр земной поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению солнечных лучей и находящейся на границе атмосферы.

Условие, — площадь в квадратный сантиметр должна быть перпендикулярна к направлению падающих лучей, — необходимо потому, что количество падающих на него солнечных лучей зависит от того, под каким углом они падают. Эту величину нужно относить условно к верхней границе атмосферы, потому что толща атмосферы поглощает солнечное излучение. Но мы можем производить измерения только сравнительно близко от поверхности Земли. Поэтому, зная величину солнечной радиации на равных высотах над земной поверхностью, приходится выводить теоретически ее значение на границе атмосферы.

В настоящее время считают, что солнечная постоянная равна около 2 малых калорий. Иными словами, на границе атмосферы каждый квадратный сантиметр поверхности, перпендикулярной к солнечным лучам, получает в минуту столько тепла, сколько необходимо для нагревания 2 граммов воды на один градус. А так как через атмосферу проходит всего около трех четвертей солнечного излучения, то на квадратный сантиметр приходится в минуту около 1,5 малых калорий. За час он получит: $1,5 \cdot 60 = 90$ малых калорий, а квадратный метр в 10 000 раз больше, т. е. 900 000 малых калорий, или 900 больших; это количество тепла, способное нагреть 900 килограммов или литров воды на один градус.

Пятна на Солнце

Но бывает и так, что величина солнечной «постоянной» изменяется. Дело в том, что на раскаленной поверхности Солнца иногда появляются темные пятна. Теперь установлено, что появление пятен на Солнце указывает на усиление его деятельности, а потому с появлением пятен растет и солнечная постоянная. Но при очень большом количестве пятен солнечная постоянная уменьшается, потому что сама их поверхность излучает тепла меньше, чем поверхность Солнца. Эти изменения составляют не более 2%.

Солнечные пятна были замечены еще в XVII веке. Люди тогда с огорчением говорили: «И Солнце не без пятен!». Эти пятна наблюдаются главным образом близ солнечного экватора; в высоких широтах их совсем нет. Они выглядят как сравнительно темные места на поверхности Солнца, окруженные более светлой каймой. Их яркость примерно на 20% меньше средней яркости Солнца.

Пятна появляются обычно группами, их форма постоянно меняется. Отдельные пятна «живут» от нескольких дней до нескольких месяцев; возникают новые пятна, дробятся на части и постепенно исчезают. Пятна бывают разной величины. Их площадь нередко превышает площадь Европы и иногда даже и площадь всего земного шара, так что их можно видеть простым глазом через запыленное стекло. Однажды наблюдалось пятно, диаметр которого был больше диаметра земного шара в 13 раз!

При образовании пятен из более глубоких слоев Солнца выносятся раскаленные массы газов — водорода и кальция. В области пятен вращаются громадные вихри, состоящие из потоков электрически заряженных частиц. В общем, пятна — это как бы неглубокие воронки в фотосфере (видимой поверхности Солнца), температура которых около 4500—5000 градусов, а не 6000 градусов, как на остальной поверхности Солнца.

Число пятен и площадь, занимаемая ими, периодически меняются. В течение 11-летнего периода первые 4—5 лет количество солнечных пятен возрастает до максимума, после чего 6—7 лет убывает до минимума. Затем вновь начинается возрастание. В годы максимума общая площадь пятен достигает нескольких процентов поверхности Солнца, в годы минимума пятен почти не бывает. Пятна обладают очень сильным магнитным полем.

Солнечные пятна связаны с внутренними процессами на Солнце, о которых ученые могут пока только догадываться. Так называемые протуберанцы, или выступы, которые можно видеть над поверхностью Солнца во время полных затмений, говорят о том, что из глубин Солнца вырываются гигантские фонтаны раскаленных газов. Этот выброс газов происходит с колоссальными скоростями, достигающими до 250 километров в секунду.

Газы протуберанцев быстро вздымаются вверх, растягиваются в обширные облака и, рассеиваясь, снова оседают вниз на поверхность Солнца. Высота таких фонтанов огромна. В 1928 году наблюдался протуберанец, высота которого достигала 909 000 километров, т. е. в два с половиной раза превышала расстояние от Луны до Земли.

Еще два века назад М. В. Ломоносов дал замечательную картину явлений, происходящих на Солнце:

Когда бы смертным толь высоко
Возможно было взлететь,
Чтоб к Солнцу бренно наше око
Могло, приблизившись, воззреть.
Тогда б со всех открылся стран
Горящий вечно океан.
Там огненны валы стремятся
И не находят берегов;
Там вихри пламенны крутятся,
Борющиеся множество веков;
Там камни, как вода, кипят,
Горящи там дожди шумят.

Так как Земля получает основное тепло от Солнца, все изменения, которые на нем происходят: периодические появления пятен, протуберанцев, факелов и т. п., влияют на жизнь Земли и воздушного океана, иными словами, и на погоду.

Есть основания предполагать, что усиление обмена воздушных масс юга и севера связано с повышением активности Солнца, т. е. с образованием пятен — этих огромных вихревых воронок, сопровождающихся выбросами мощных фонтанов горящего водорода и кальция.

Кроме 11-летнего цикла солнечных пятен наблюдается еще и 100-летний период возрастания и убывания пятен на Солнце, и когда максимумы того и другого цикла совпадают, количество пятен бывает особенно велико.

Максимум пятен, который наблюдался в 1946—1947 годах, оказался выше предыдущих. Пятен на Солнце было значительно больше обычного. К тому же они были так крупны, что некоторые из них через запыленное стекло были хорошо видны простым глазом. Возможно, что следствием этого были и катастрофические явления в земной атмосфере, которые проявились в последующие годы. В 1949—1950 годах были отмечены сильнейшие тайфуны в Японии, ураганы в США, наводнения в Китае, Индии и в целом ряде европейских стран.

Максимум пятен 1957—1958 годов был еще выше, так как 11-летний максимум совпал по времени со 100-летним. 24 июня 1957 года на Солнце простым глазом были видны три группы больших пятен. Быстрые изменения в строении и размерах пятен при прохождении их по диску Солнца сопровождались сильной магнитной бурей 25—26 июня и усиленной грозовой деятель-

ностью в СССР. Все лето 1957 года изобиловало грозами, бурями и ураганами в средних широтах земного шара. Например, в Москве было 36 дней с грозой, тогда как среднее число дней с грозой для Москвы 25.

В 1958 и 1959 годах продолжались на всем земной шаре необыкновенные явления погоды. Летом 1958 года в Индии стояла исключительная жара. От тепловых ударов погибло около тысячи человек, хотя местное население привыкло к тропическим температурам. В одном только штате Бихар было зарегистрировано 450 смертных случаев. В конце сентября 1958 года необыкновенный тайфун был в Японии; он потопил десятки рыболовных судов, тысячи людей остались без крова и 1400 человек погибло. В результате сильных ливней громадное наводнение в январе 1959 года затопило в США штаты Пенсильвания и Огайо, где даже было объявлено чрезвычайное положение.

В апреле 1959 года обильные дожди вызвали разливы рек в Бразилии; был совсем затоплен штат Рио-Гранде-до-Сул. В том же месяце сильнейший ураган обрушился на остров Мадагаскар, где пять городов были стерты с лица земли, разрушены железные дороги и большинство населения осталось без пищи и крова. И тогда же исключительно сильный снежный ураган разразился над Магаданом.

Лето 1959 года было исключительно жарким в Западной Европе и в европейской части СССР. В Бельгии и Голландии в июле не было ни одного дождя. Такой засухи не наблюдалось там ни разу за последние 100 лет. В Испании и местами во Франции температура воздуха доходила в тени до 43 градусов. В Англии реки настолько обмелели, что в городах пришлось ограничить потребление воды. Исключительная жара и засухи наблюдались на юге СССР и на Украине.

В Ленинграде и области необыкновенным был весь 1959 год. Зима стояла исключительно мягкая и теплая, часто бывали оттепели, 22 и 24 января температура поднялась до 3 градусов тепла. В июле температура в Ленинграде доходила до 31 градуса, а в пригородах до 32 градусов. Такой высокой температуры в Ленинграде не отмечалось за все время, пока ведутся наблюдения, т. е. более чем за 200 лет.

В 1960 году весна на большей части СССР была затяжной и холодной, местами пронеслись сильные пыльные бури, особенно на степном юге европейской части СССР. Летом температура в Москве в отдельные дни июля достигала 35 градусов, а во Львове летняя погода часто напоминала осеннюю. Во многих местах Союза лето оказалось очень грозовым. Во Франции были частые и необычные для летней поры дожди и холода. Во многих местах северного полушария отмечалась частая и резкая смена погоды: сухая и жаркая быстро менялась на дождливую и холодную. Зима 1960-61 года отличалась в северном

полушарии Европы необычным теплом. В Северной Америке зима была исключительно снежной и вьюжной, в Нью-Йорке и окрестностях ветер наметал сугробы высотой до 6 метров.

Еще в старину предполагалось, что когда на Солнце много пятен, погода бывает более сухая и теплая. Например, в Никоновской летописи за 1372 год есть такая запись: «Сухмень бысть велика и зной и жар много, яко устрашилися и вострепетали людем, реки много пересохше и озера и болота, леса и боры горяху и болота высохше горяху и земля горяше. И бысть страх и трепет на всех человецех и бысть тогда дорогонь велика и глад велий по всей земле». А дальше читаем: «Того же лета бысть знамение в Солице, места черные на Солице, аки гвозди и мгла велика была». Здесь, очевидно, речь шла о солнечных пятнах. Причиной потепления в Арктике в первые десятилетия текущего столетия, как теперь считают, была также возрастающая солнечная активность. В 1958 году она достигала векового максимума. В течение ближайших десятилетий она должна падать. Тогда, очевидно, будут ухудшаться и ледовые условия в Арктике.

По мнению многих советских и зарубежных ученых, мы переживаем «критическую» эпоху в физической жизни нашего Солнца. Хотя абсолютный максимум солнечной активности был отмечен еще в середине 1958 года, но и сейчас, через четыре года, солнечная активность держится на очень высоком уровне. Она пребывает еще в максимуме своего 90—100-летнего цикла, а, может быть, также и циклов с длительностями в несколько сотен лет. Поэтому, как можно предполагать, воздействие Солнца на Землю особенно усиленное. Через верхние слои атмосферы, которые взаимодействуют с нижними, Солнце управляет земной погодой и климатом. Атмосфера же тесно связана с водной оболочкой Земли. Поэтому воздействие солнечной деятельности распространяется и на водный режим нашей планеты.

Очень вероятно, что с солнечной активностью связаны и вековые изменения уровня Каспийского моря.

Крепость Салхим

В полкилометре от Баку выступают из моря остатки каменных башен древней крепости Салхим. Это был когда-то сторожевой пункт. На башнях крепости в былое время зажигались огни для предупреждения жителей города о приближении грабителей-кочевников. Салхим был построен, вероятно, в XI веке, и крепость стояла на холме, соединявшемся перешейком с берегом. В 1251 году холм был со всех сторон окружен морем и превратился в остров. В 1306 году Салхим был не только залит

водой, но и оказался глубоко под волнами Каспийского моря, уровень которого повысился на 13 метров выше вершины холма. Затем уровень моря стал понижаться (с 1400 по 1685 год), и из-под воды выступили верхушки башен Салхима. В середине XVIII века произошло новое повышение уровня, а затем началось его понижение. Теперь башни Салхима все больше освобождаются из-под воды. В течение последних 30 лет, с 1929 по 1959 год, уровень Каспийского моря упал почти на 3 метра.

Колебания уровня зависят от стока рек, впадающих в море. А сток связан главным образом с количеством осадков. В течение последнего столетия в бассейне Каспийского моря идет постепенный рост температуры, уменьшение осадков, стока рек и понижение уровня моря. Видимо, это вызвано постепенным повышением активности Солнца. После максимума активность Солнца начнет понижаться, и некоторые ученые предполагают, что к 1980—1990 годам современное низкое стояние вод Каспийского моря постепенно сменится высоким стоянием.

Лучи из неведомых пространств

Окружающая нас атмосфера обладает способностью проводить электричество, потому что воздух всегда в большей или меньшей степени ионизирован.

Ионизация вызывается действием радиоактивных веществ; поскольку такие вещества содержатся в почве, нет ничего удивительного в том, что воздух над землей ионизирован и проводит электричество. Но удивительным оказалось другое: уже при сравнительно невысоких подъемах на горы или на воздушных шарах обнаружилось, что ионизация не убывает с удалением от поверхности земли, а возрастает. Стало быть, помимо земных источников ионизации, существуют и другие, более сильные. Где же эти источники?

Много времени посвятили ученые разрешению этой задачи. Удалось выяснить, что в земную атмосферу проникает поток заряженных частиц, энергия которых во много раз больше, чем энергия всех известных радиоактивных веществ. Эти лучи, поскольку установлено их внеземное происхождение, были названы «космическими лучами» — лучами, приходящими из космоса, из неведомых пространств вселенной. Понятен интерес ученых к этим таинственным лучам. И так как действие этих лучей становилось все сильнее по мере поднятия над землей, — они, очевидно, поглощались земной атмосферой, — то для их исследования было необходимо проникнуть как можно дальше в высокие слои атмосферы. Наблюдения последних десятилетий показали, что часть этих излучений исходит от Солнца.

Взрывы на Солнце

Термоядерные процессы, происходящие в недрах Солнца, вызывают мощные вихревые движения огромных масс ионизированной материи в хромосфере — внешней оболочке Солнца, над которой находится солнечная корона. Происходят как бы взрывы особенно сильно раскаленных газов, вытекающих из недр Солнца; резко усиливается яркость части хромосферы на площади в сотни миллионов квадратных километров. При этих взрывах на Землю обрушиваются усиленные потоки ультрафиолетовых лучей и мельчайших заряженных частиц.

В июле 1959 года произошли колоссальные взрывы на Солнце, которые были отмечены во всем мире. 14 июля в 2 часа 57 минут по Гринвичскому времени на восточной части центрального меридиана Солнца в большой группе пятен произошла огромная вспышка; она достигала максимума яркости в 3 часа 8 минут. Длилась вспышка около трех часов. Показания приборов не уместились в шкале, а по занимаемой площади она превзошла обычные вспышки примерно в десять раз. В последующие дни солнечные пятна бурно развивались, и 17 июля в этой же группе произошла вторая, настолько сильная вспышка, что приборы вышли из шкалы.

25 марта 1960 года из-за края солнечного диска показалась очень большая группа пятен. 29 марта в 9 часов 40 минут утра по московскому времени на Солнце в районе группы пятен наблюдалась сильная хромосферная вспышка — мощный взрыв. 31 марта в 12 часов в атмосфере Земли началась сильная магнитная и ионосферная буря. Поздно вечером 31 марта в средних широтах наблюдалось яркое полярное сияние. 1 апреля на несколько часов была прервана радиосвязь на коротких волнах в северных, средних и южных широтах. Оборвалась связь между Европой и Америкой, а также между некоторыми городами в Европе. В последующие дни солнечная активность ослабела, но замечались еще кратковременные перерывы радиосвязи.

Подобные взрывы и бури на Солнце дали возможность получить ценнейшие данные о происхождении космических лучей. Известный американский физик Джон Симпсон заявил, что эти явления «могут дать важные указания в отношении источника космических лучей. Они могут показать, что эти лучи, по крайней мере частично, испускаются нашим Солнцем и миллиардами других солнц в Галактике».

Влияние Солнца на организмы

Учеными обнаружена связь между солнечной активностью и изменением некоторых физиологических процессов в живых организмах. Подмечена, например, 11-летняя периодичность в мас-

совых вылетах и размножении саранчи. Это легко объяснить: массовое размножение саранчи зависит от благоприятных кормовых условий, связанных с обильными осадками, количество которых увеличивается в период солнечной активности. Проявляется солнечная цикличность и в жизненных процессах рыб. Например, в размножении рыб в Каспийском море определенно существуют 11-летние периоды, совпадающие с солнечными.

Активность Солнца отражается и на заболеваемости людей. Замечено, что частые случаи некоторых эпидемических заболеваний, как правило, приходятся на максимум 11-летнего солнечного цикла. Врачи наблюдали также, что в зависимости от колебаний солнечной активности изменяются количества белых шариков в крови человека. Во время максимума солнечной активности, например в 1917—1918 и 1956—1957 годах, наблюдалось увеличение их содержания в составе крови.

Влияние солнечной активности сказывается и на растениях. Академик С. И. Вавилов в книге «Глаз и Солнце» приводит сравнение кривой солнечных пятен с кривой, изображающей интенсивность роста деревьев для нескольких европейских стран. Общий ход кривых носит одинаковый характер, хотя в этом ходе и нет такого близкого совпадения, как с кривой магнитных возмущений. Но такого совпадения и не может быть: ведь на рост деревьев влияет еще целый ряд других причин, а не только солнечная энергия.

Полярные сияния

Но если связь солнечной деятельности с земной погодой еще далеко не исследована, если только намечается ее влияние на живые организмы, то уже давно установлен полный параллелизм между появлением солнечных пятен и магнитными бурями. А магнитные бури, в свою очередь, связаны с величественным явлением полярных широт — полярными сияниями. Часто их называют «северными сияниями», но это неправильно, потому что то же явление наблюдается и в южных полярных странах. Название «северных» укоренилось потому, что северные полярные страны обитаемы уже с давних пор и полярные сияния там обычное явление. Высокие же широты южного полушария необитаемы, и «южные сияния» прежде наблюдались очень редко, лишь единичными антарктическими экспедициями.

В средние века полярные сияния вызывали суеверный ужас, особенно в умеренных широтах, где они бывают видны не часто. Эти небесные огни часто истолковывались как признак грядущей войны.

Осенью 1581 года войска польского короля Стефана Батория осадили Псков. В осажденном городе с минуты на минуту жда-

ли штурма. Напряженное ожидание страшного кровопролития искало выхода в «чуде»; и вот в ночь на 28 августа старый кузнец Дорофей, живший в городе близ Покровского монастыря, увидел, как влево от Мирожского монастыря появился на небе большой столб света, озаривший городскую стену. Воображение суеверного старца усмотрело в этом столбе богородицу и целый сонм святых — псковских покровителей. Все они будто бы стояли на городской стене и уговаривали богородицу заступиться за осажденный Псков.

В ту же ночь в лагере короля, за рекой Великой, в походной палатке войсковой канцелярии один из свидетелей похода записал в своем дневнике: «Сегодня и в прежние ночи видны на небе знаки, как бы столбы, которые представляют подобие двух конных войск. Но дива тут нет никакого, а скорее какая-нибудь игра природы, испарения и пр.».

Явление, наблюдавшееся в Пскове в ночь накануне штурма, было полярным сиянием. И люди, ждавшие «чуда», видели в нем то, что хотели, а не думавшие о чуде — считали его естественным явлением, хотя в те времена еще не была известна причина, вызывавшая полярные сияния.

Наши поморы, обитатели северного края, уже давно наблюдали и описывали северные сияния. Они называли их «пáзорями», т. е. как бы ложными зорями.

«Но где ж, натура, твой закон? С полночных стран встает заря!» — писал М. В. Ломоносов. Писатель П. И. Мельников-Печерский приводит описание северного сияния, какое дают поморы. Сначала на севере появляется белесоватый свет, который носит у поморов название «отбели». Затем этот свет переходит в розоватый и багровый: «збóри», за которыми следуют молочные полосы — «лучи». Иногда явление на том и кончается. Но если оно развивается дальше, лучи багровеют, окрашиваются в различные цвета, превращаются в «столбы», которые то расходятся, то сближаются: «столбы играют», «дышат».

Архангельские поморы первые заметили, что стрелка компаса, ласково названного ими «маткой», во время «пáзорей» перестает правильно показывать север и юг, колеблется и совершает беспорядочные движения: «на пáзорях матка дурит» — говорили поморы.

М. В. Ломоносов, с детства видевший полярные сияния, проявлял к ним большой интерес. Сохранились собственноручные рисунки Ломоносова, изображающие одно из очень ярких сияний, наблюдавшееся в Петербурге 23 января 1750 года.

«Такое сияние на севере и на полудни случилось 1750 г. генваря в 23-й день, и мною с прилежанием примечено, — писал Ломоносов. — По прошествии шести часов после полудни и по вскрытии вечерней зари, показалось тотчас на севере порядочное

сияние весьма ясно. Над мрачной хлябью белая дуга сияла, над которою за синею полосой небес появилась другая дуга того же с нижнею центра, цвету алого, весьма чистого. От горизонта, что к летнему западу, поднялся столп того же цвету и простирался близко к зениту. Между тем все небо светлыми полосами горело. Но как я взглянул на полдень — ровную дугу на противной стороне севера, увидел с такую разностью, что на алой верхней полосе розовые столпы возвышались... Вскоре после того, между белою и алою дугою южного сияния небо покрылось траве подобною зеленью и приятный вид на подобие радуги представился... и неподалеку от зенита белое сияние, величиною с солнце, расходящиеся лучи испускало... Все сии перемены с девятым часом окончились и осталось одно порядочное сияние на севере, каковы здесь часто бывают».

Судя по этому описанию, северное сияние 23 января 1750 года было одним из редких для широты Ленинграда. Более же бледные сияния, как указывает Ломоносов, «здесь часто бывают».

Пытаясь объяснить происхождение полярных сияний, М. В. Ломоносов высказал мысль об их электрической природе. Он полагал, что сияние вызывается трением друг о друга снежных кристаллов, носящихся в верхних слоях воздуха, и что в результате трения возникает электрическое свечение: «мерзлый пар среди зимы родит пожар».

Действительно, полярное сияние — это электрическое явление, хотя, как мы теперь знаем, «мерзлый пар» здесь не играет никакой роли.

Земля — огромный магнит и, как всякий магнит, создает вокруг себя магнитное поле, в котором магнитное действие направлено по магнитным силовым линиям. Во время повышенной деятельности Солнца из тех его областей, в которых развиваются солнечные пятна, вылетают мельчайшие частицы, «корпускулы», заряженные отрицательным электричеством. Приближаясь к Земле, эти потоки электрических частиц искривляются в земном магнитном поле по силовым линиям и окружают кольцами оба магнитных полюса Земли. Именно эти потоки электрических частиц и вызывают в крайне разреженном воздухе верхних слоев атмосферы яркое свечение, называемое полярным сиянием.

Можно даже математически рассчитать те формы, которые должны принимать при различных условиях потоки заряженных солнечных частиц в магнитном поле Земли.

Из физики известно, что катодные лучи, получаемые в лабораторных условиях, также представляют собой поток электрически заряженных частиц. Норвежский ученый Биркеланд сделал такой опыт. На пути пучка катодных лучей, проходящих через очень большую камеру, помещался шарообразный элек-

ромагнит — как бы модель Земли. Как только этот электромагнит приводился в действие, катодные лучи отклонялись от прямолинейного пути, окружая полюсы модели светящимися кругами.

Таким образом было доказано, что причина полярных сияний — это электромагнитная деятельность Солнца. Электрические потоки, исходящие от Солнца, возбуждают свечение в верхних слоях земной атмосферы и в то же время вызывают изменения земного магнитного поля, а отсюда и беспорядочные движения магнитной стрелки компаса — магнитные бури. Поэтому солнечные пятна, полярные сияния и магнитные бури наблюдаются приблизительно в одно время. Их максимум имеет правильную 11-летнюю периодичность.

Наблюдениями установлено, что в разных точках земного шара полярные сияния бывают неодинаково часто. На северном побережье Норвегии, на Новой Земле, в северной части Аляски и Канады и в южной части Гренландии полярные сияния наблюдаются в темное время года почти каждый день. Дальше к югу среднее годовое число сияний уменьшается, а на широте 40—45 градусов они наблюдаются в среднем один раз в 10—11 лет, т. е. когда особенно сильна солнечная деятельность.

Магнитные бури распределяются на земном шаре аналогично полярным сияниям. Когда магнитные бури охватывают весь земной шар, полярные сияния распространяются до очень низких широт. Во время сильной магнитной бури 25—26 января 1938 года яркое полярное сияние было видно в Алма-Ате, Севастополе и даже в Северной Африке.

В 1957—1958 годах, когда солнечная активность была особенно велика, на Солнце происходили сильные вспышки, и в этот период обитатели Крыма, Ашхабада, Монголии, Японии, Румынии и других мест наблюдали яркие полярные сияния.

6 июля 1958 года через центральный меридиан Солнца прошла большая группа пятен, а 7—8 июля на Солнце отмечались сильные вспышки. В результате этих явлений 8 июля в 23 часа 45 минут по московскому времени на небе появилось очень яркое сияние, наблюдавшееся до самых южных и восточных границ Советского Союза. По сообщениям очевидцев, это было зрелище необыкновенной красоты: на небе образовалось фиолетовое полукольцо, из которого до горизонта протянулись темно-фиолетовые, белые и зеленые лучи, потом фиолетовые лучи стали темно-красными.

Полярное сияние в ночь с 4 на 5 сентября 1958 года также наблюдалось в южных широтах. В Ленинграде оно началось в 21 час 20 минут и закончилось в 23 часа. Центр сияния располагался немного южнее зенита. От центра во все стороны раскинулись пурпурные и зеленые лучи. Создавалось впечатление, что

над городом висит купол цветного шатра из тканей, ниспадающих тяжелыми складками. Сияние не «играло», а было застывшим, как на полотне художника.

Почему небо синее, облака белые, Солнце красное?

Все мы видели солнечный спектр, или радужную полосу, в которую разворачивается пучок солнечного света, если его пропустить через стеклянную призму. Но это далеко не весь солнечный спектр, а лишь его видимая часть, состоящая из семи основных радужных цветов, постепенно переходящих один в другой. У этой видимой части есть два невидимых продолжения. Одно из них лежит за красным концом спектра, другое — за фиолетовым.

Как известно, излучения характеризуются длиной волны. Лучи, располагающиеся далее красного конца спектра, отличаются длинными волнами — это инфракрасные лучи. За фиолетовым же концом идут все более и более короткие волны — ультрафиолетовые лучи. И нужно сказать, что видимая часть спектра составляет лишь ничтожную долю всех излучений, испускаемых Солнцем.

Когда солнечные лучи проходят через атмосферу Земли, они и поглощаются ею и рассеиваются. Рассеяние зависит от того, что свет, встречая на пути мельчайшие молекулы газов, составляющих атмосферу, или частички воды и пыли, отражается от них в виде множества лучей, направленных во все стороны.

Существует закон, что если свет падает на частицы, размеры которых очень малы в сравнении с длиной световой волны, то свет рассеивается тем больше, чем меньше длина волны. При этом рассеяние обратно пропорционально четвертой степени длины волны. Так, например, если у одних лучей длина волны вдвое больше, чем у других, то первые рассеиваются в 16 раз меньше, чем вторые. Этот закон справедлив и для видимых нашим глазом лучей, и для невидимых.

Известно, что длина волны крайнего красного цвета, видимого нами, равна 760 миллимикронам (микрон — тысячная часть миллиметра, миллимикрон — тысячная часть микрона), длина волны синего света равна 410 миллимикронам. Синий цвет рассеивается мелкими частицами почти в 6,5 раза сильнее, а фиолетовый в 8,5 раза сильнее, чем красный.

Молекулы воздуха чрезвычайно малы, и потому, когда солнечный луч встречает их на своем пути, то рассеиваются сильнее всего именно синие, голубые и фиолетовые лучи. Эти-то лучи, попадая в наш глаз, и производят впечатление голубого и синего цвета. Если воздух сравнительно чист, синева неба кажется ярче и глубже. Если же в нем много водяного пара или пылинок, небо выглядит белесоватым. Это происходит потому, что

водяные частицы сравнительно крупны, а для крупных частиц приведенный нами закон рассеяния уже не имеет силы. Встречая такие частицы, все составные части белого солнечного луча рассеиваются приблизительно одинаково, и к синему цвету неба примешивается белый.

Чем дальше от поверхности Земли, тем меньше в воздухе посторонних примесей, поэтому небо на большой высоте кажется фиолетовым. Наблюдатели, поднимавшиеся на стратостатах на сравнительно большие высоты (до 20 километров), отмечали, что видели небо темно-фиолетовым и даже почти черным, потому что на такой высоте атмосфера очень разрежена. О «черном небе» говорили наши космонавты Ю. А. Гагарин и Г. С. Титов.

С земли небо представляется в зените более синим, чем у горизонта: чем ближе к горизонту, тем большую толщу воздуха проходит солнечный луч, к тому же ближайшие к горизонту слои содержат больше всего крупных частиц пыли и воды. Это и придает небу у горизонта белесоватый оттенок.

Теперь понятно, почему облака большей частью бывают белые. Они сплошь состоят из водяных капель, а потому одинаково рассеивают лучи, входящие в состав солнечного света. В результате и получается впечатление почти белой окраски. Очень мощные облака сильнее поглощают солнечный свет и потому представляются нам темными.

Когда Солнце находится у горизонта, его лучи проходят через атмосферу очень большой путь. Если принять за единицу тот путь, который проходят лучи Солнца, когда оно стоит в зените, то у горизонта при высоте 5 градусов они проходят 35 таких единиц или, как говорят, «масс». При этом голубые и синие лучи поглощаются и рассеиваются так сильно, что уже не достигают глаза наблюдателя, а доходят до него лишь более длинноволновые лучи — желтые, оранжевые и красные. Поэтому и заходящее и восходящее Солнце кажется красным.

Днем на Солнце нельзя смотреть простым глазом, а утром и вечером народ видел его красным, потому и прозвал «красное солнышко», хотя весь день оно желтое и даже белое.

Голубое Солнце

27 сентября 1950 года жители многих местностей средней Европы наблюдали необычайное явление. Солнце, которое взошло, как всегда, в легкой дымке, к 9 часам утра начало принимать голубоватую окраску, становившуюся все более яркой. К полудню Солнце сияло чистым голубым светом на небе, имевшем коричневый оттенок. Оно светило неярко, на него можно было смотреть простым глазом, а в зрительную трубу на нем

явственно различались пятна. После полудня облака закрыли Солнце, и его нельзя было больше наблюдать.

Голубое Солнце видели во многих странах Европы: в Англии, Шотландии, Швейцарии, Португалии. Суеверные люди уверяли, что голубое Солнце предвещает какие-то великие бедствия. Некоторые считали, что Солнце стало голубым от атомных взрывов. Однако ученые сразу предположили, что причиной изменения цвета Солнца являются какие-то мутные слои в атмосфере, необычным образом рассеивающие солнечный свет.

Один из пилотов, поднявшийся 27 сентября из Ренбрю (восточная Шотландия) рассказал, что во время полета встретил в воздухе два слоя помутнения. «Один из них лежал на высоте 6—9 километров и состоял из ледяных кристалликов. Другой, по-видимому, находился выше, около 13 километров, и состоял из дыма».

Несколько летчиков также сообщали о том, что встретили слой мглы, которая даже оседала на самолетах в виде какого-то маслянистого осадка.

В Америке голубое Солнце наблюдалось уже с 23—24 сентября. Загадка разъяснилась, когда стало известно, что в двадцатых числах сентября из-за исключительной жары и засухи в Альберте (северо-западная Канада) несколько дней продолжались катастрофические пожары лесов и прерий. Сильные восходящие потоки воздуха над громадными пространствами, охваченными огнем, были так сильны, что подбрасывали вверх, как игрушки, пролетавшие над ними самолеты. Пассажиры болели от воздушной качки, а на одном самолете во время резкого броска сорвался с места тяжелый груз, и 25 пассажиров получили ушибы. Такими восходящими потоками частички дыма и пыли были занесены сначала в сравнительно низкие, а затем в более высокие слои, и ветер постепенно распространил эту мглу из Канады в США и в Европу. В Нью-Йорке и других городах Америки временами становилось так темно, что среди дня на улицах приходилось зажигать свет и на перекрестках останавливался транспорт, «водители машин больше смотрели на цвет Солнца, чем на цвет светофоров», — писал один из корреспондентов.

Ученым удалось получить цветные фотографии голубого Солнца — цвета незабудки, сияющего на оранжево-коричневом небе.

Теоретически доказано, что Солнце может получить голубую окраску при крайне малых рассеивающих частицах в том случае, если они имеют приблизительно одинаковые размеры. В Готе особым прибором измерили частицы мглы, и оказалось, что их размеры около половины микрона, т. е. около одной двухтысячной доли миллиметра.

Интересно, наблюдалось ли еще когда-нибудь голубое Солнце? В средневековых немецких летописях нашлись сведения о том, что в 1465 году «около дня Святого Креста солнце стояло темным на небе и вокруг него было кольцо синее, как василек». В 1815 году после извержения вулкана Тамбора в Индийском океане наблюдалась зеленоватая окраска Солнца. В 1883 году после знаменитого извержения Кракатау с острова Тринидад были получены сообщения о синем Солнце. Но условия, при которых наблюдается такая игра света, возникают крайне редко, и мало кому удастся увидеть голубое Солнце.

Если бы солнечный свет не рассеивался?

Если бы частицы атмосферы и облаков не рассеивали солнечный свет, то всюду, куда не попадают прямые солнечные лучи, наступил бы полный мрак. В комнате, выходящей не на юг, и ясным днем было бы темно, как ночью. На всей Земле в облачные дни царил бы мрак. Между тем, благодаря рассеиванию света даже в облачную погоду земная поверхность получает все же 30—40% солнечных лучей. А если облачный покров не сплошной и по небу кое-где плывут небольшие облачка, то земная поверхность освещается сильнее, чем при ясном небе, потому что, кроме прямого солнечного света и рассеянного света атмосферы, она получает еще и рассеянное излучение облаков.

Рассеянную радиацию стали изучать только очень недавно, и занимались этим главным образом советские ученые. Рассеянный свет содержит больше ультрафиолетовых лучей, чем прямое солнечное излучение, и потому облучение рассеянным светом полезно для здоровья человека.

Часто можно видеть, как около санатория в лесу в пасмурные дни лежат больные и принимают «воздушные ванны». Но дело здесь не в воздухе, вернее, не в одном воздухе, а в действии рассеянного солнечного излучения, которое для иных больных полезнее прямых солнечных лучей.

Смертельные лучи и благотворительная ширма в атмосфере

Прошла гроза. Унеслась темная дождевая туча, воздух стал чист и прозрачен, но чувствуется в нем какой-то особый запах. Этот запах бывает иногда и в физической лаборатории после опытов с электрической машиной. Так пахнет озон — газ, образующийся из кислорода воздуха под влиянием электрических разрядов. Его название происходит от греческого слова «озон», что означает «пахнущий». Озон — это тот же кислород, только молекулы его состоят не из двух атомов, а из трех.

В нижних слоях атмосферы озона очень мало, он образуется здесь главным образом при грозе. На высоте же 20—50 километров в воздухе имеется целый слой озона, причем наибольшее его количество приходится на высоту около 30 километров. Озон здесь очень разрежен, так что если бы собрать все его количество в один слой под нормальным атмосферным давлением, то толщина его будет не больше толщины спички, т. е. 2—3 миллиметра. Однако этот, казалось бы ничтожный, слой газа спасает все живущее на Земле от неминуемой гибели. Солнце при его колоссальных температурах испускает очень короткие ультрафиолетовые излучения, которые, подобно лучам радия, должны были бы сжечь все живое. Между тем при наблюдениях солнечного спектра таких коротковолновых лучей в нем не обнаруживается: спектр резко обрывается на длине волны около 290 миллимикрон (миллимикрон — тысячная часть микрона, а микрон — тысячная часть миллиметра), как будто его обрезали. Значит, эти лучи поглотила атмосфера Земли. Но известно, что основные составные части воздуха — азот и кислород — не задерживают ультрафиолетовых лучей. Куда же они, на наше счастье, делись?

Оказалось, что такой благодетельной ширмой от смертоносных излучений Солнца и служит озон в верхних слоях атмосферы. Он образуется из кислорода воздуха под влиянием ультрафиолетовых излучений Солнца. Молекулы кислорода разделяются на атомы, а затем некоторые из таких отделившихся атомов соединяются с оставшимися двухатомными молекулами кислорода в трехатомный озон. Таким образом, опасные для жизни лучи сами образуют и защиту против своего смертоносного действия. Часть их энергии тратится на образование озона, а оставшаяся часть не может проникнуть через слой этого озона и до Земли не доходит.

Слой озона не всегда имеет одинаковую толщину. Есть предположение, что в те годы, когда его толщина относительно мала, учащаются случаи солнечных ударов. Но таких наблюдений не настолько много, чтобы вывести из них окончательное заключение.

Стекло жизни

Однако этот озоновый «экран» задерживает не все ультрафиолетовые лучи Солнца, часть из них он пропускает. Это — лучи, лежащие ближе к фиолетовому концу спектра, у которых длина волны не слишком уж мала. Такие лучи для человеческого организма не смертельны, а, напротив, возбуждают его жизнедеятельность и вызывают здоровый загар на коже человека, находящегося на открытом воздухе. Попробуйте загореть, сидя в комнате у закрытого окна! Ничего из этого не выйдет! Обыкновенное оконное стекло не пропускает ультра-

фиолетовых лучей. Но так как они полезны для организма, ученые долго работали над тем, чтобы получить пропускающее их стекло.

Теперь такое стекло имеется, и названо оно «стеклом жизни». Пропускает ультрафиолетовые лучи и кварц, и поэтому при некоторых болезнях прописывается облучение кварцевой лампой.

Сам по себе кварц никакого лечебного действия не оказывает, он только пропускает ультрафиолетовые лучи, которых не пропустила бы обычная лампа.

Однако, загорая и пользуясь кварцевой лампой, нужно всегда помнить, что эти целебные лучи — близкие соседи более коротковолновых, смертоносных лучей. Врачи строго дозируют облучение кварцевыми лампами и предостерегают от чрезмерного увлечения «загаром». Неумеренное лежание на солнце нередко вызывает серьезные ожоги, причина которых не столько тепло Солнца, сколько его ультрафиолетовые лучи.

Где теплее: ближе к Земле или к Солнцу?

На первый взгляд может показаться, что чем ближе к Солнцу, тем должно быть теплее. Однако всем известно, что это не так. На высоких горах и летом снег не тает. Летчики, отправляясь в высотные полеты, надевают меховые комбинезоны и теплую обувь. В чем же здесь дело?

Оказывается, атмосфера обладает еще одним выгодным для Земли свойством. Она пропускает к Земле и свет и тепло солнечных лучей почти беспрепятственно. Но когда Земля нагревается, она, как всякое нагретое тело, сама становится источником излучения. Излучение это, однако, совсем иное, чем солнечное. Оно состоит из тепловых длинноволновых лучей. И вот этих-то тепловых лучей атмосфера почти совсем не пропускает. Их особенно сильно поглощает водяной пар и углекислота, а также уже знакомый нам слой озона. Поэтому тепло почти не уходит обратно от земной поверхности и она, как печка, нагревает ближайшие слои воздуха. Вот отчего чем ближе к Земле, тем теплее. Воздушная оболочка служит для Земли как бы одеялом, и одеяло это тем «теплее», чем больше в воздухе водяного пара.

Когда водяной пар сгущается в облака, облачные слои еще сильнее поглощают тепловое излучение Земли и к тому же еще отражают его обратно к Земле. Оттого-то в облачную ночь весной и осенью не бывает заморозков, а зимой в облачный день теплее, чем в ясный. Летом же Солнце дает Земле больше тепла, чем она может потерять излучением, поэтому в летний облачный день бывает холоднее, чем при ясном небе.

Приходо-расходная книга тепла

В каждом месте земной поверхности тепло получается и расходуется в зависимости от того, зима там или лето, день или ночь, сколько водяного пара в атмосфере, есть ли облака на небе. Немалое значение имеют и свойства поверхности, на которую падают солнечные лучи. Песчаная почва сильно нагревается солнцем. Снег, наоборот, отражает почти всю падающую на него радиацию.

Количество тепла, которое в итоге получает данное место, — разность между приходом и расходом солнечного тепла — называется тепловым балансом для этого места в данное время.

Ясно, что то количество тепла, которое получается в том или ином месте на земле, имеет очень большое значение для климата, для режима погоды, для всех жизненных процессов. Недаром великий климатолог А. И. Воейков говорил, что «ведение приходо-расходной книги тепла на Земле — одна из самых основных задач метеорологии».

Учет прихода и потери солнечного тепла — очень сложная задача, так как нужно еще принять во внимание, что в каждом месте тепло получается не только непосредственно от Солнца, а также из соседних, более теплых мест. Точно так же тепло уходит не только в атмосферу, но и в ближайшие, менее нагретые места, в почву, а также тратится на испарение воды. В результате вести приходо-расходную книгу тепла на Земле далеко не так просто. Для этого необходимо производить очень много наблюдений в различных местах и в различных условиях.

В самые последние годы к решению этой задачи подошли советские ученые М. И. Будыко и его сотрудники, использовавшие как многочисленные наблюдения во всех странах мира, так и теоретические соображения. Они составили мировой атлас теплового баланса: карты солнечной энергии, приходящей в различных местах на земную поверхность, и карты, показывающие, как она расходуется. Например, в Ленинграде каждый квадратный сантиметр земной поверхности получает в год 80 больших калорий энергии, в Москве — 90, в Ашхабаде — 160, а в Сахаре — до 220. Однако не мал и расход этой энергии. Очень большое количество энергии расходуется на испарение воды из морей и океанов, занимающих большую часть земной поверхности. Большое количество солнечной энергии тратится также на испарение воды с влажной поверхности суши. В среднем на испарение затрачивается на каждый квадратный сантиметр поверхности около 60 больших калорий в год. В средней полосе СССР на это тратится около 20 калорий.

Карты теплового баланса дали возможность рассчитать его средние величины для всего земного шара. Оказывается, что каждый квадратный сантиметр внешней границы атмосферы

получает от солнца за год 250 больших калорий энергии, а вся внешняя поверхность атмосферы — 127 миллиардов миллиардов калорий в год. Поистине астрономическая цифра! Однако около 40% этого количества атмосфера отражает в мировое пространство, а Земля получает всего 60%. Но и эти 60% составляют 76 миллиардов миллиардов калорий!

Каждый квадратный сантиметр на границе атмосферы поглощает, таким образом, 150 больших калорий в год; из них немного менее $\frac{3}{4}$, т. е. около 110 калорий, получает Земля, а остальные 40 калорий поглощаются атмосферой и идут на ее нагревание. Дальше, более половины (60 калорий) солнечной энергии, поглощенной землей, расходуется на испарение, а оставшаяся часть (50 калорий) возвращается в атмосферу в виде длинноволнового теплового излучения и путем теплообмена.

Получив эти материалы о приходе и расходе солнечной энергии, ученым удалось разрешить, например, такой вопрос: нагревает ли за год атмосфера земную поверхность или, наоборот, земная поверхность — атмосферу? Долгое время считали, что атмосфера нагревает землю; исследования М. И. Будыко показали, что, наоборот, атмосфера получает тепло от Земли.

Учтено также, какая часть солнечной энергии, приходящей на земную поверхность, расходуется на развитие растений; оказалось, что она составляет всего около одного процента.

Как человек заставляет работать Солнце

Хотя Солнцу и так много работы, человек хочет использовать его еще больше. В самом деле, какое огромное количество солнечной энергии пропадает бесполезно для человека! Каждый ясный день 1 квадратный километр поверхности в южных районах СССР получает от Солнца 500 тысяч киловатт энергии. Рассчитано, что только один процент солнечной энергии, падающей на пески пустыни Сахары, мог бы удовлетворить всю мировую потребность в энергии. Огромные количества солнечного тепла получают наши среднеазиатские пустыни и полупустыни, где Солнце накаляет песок и воздух и где нет сплошного растительного покрова. Солнечная энергия, которая используется в пустыне, ничтожна по сравнению с тем количеством, которое в других местах расходуется на испарение воды из рек, озер, морей и океанов, на образование водяных паров, на создание зеленых тканей растений.

Человек с давних времен задумывался над тем, как использовать солнечную энергию. Ведь в солнечных лучах заключена громадная сила. Солнечное тепло, падающее на площадь, равную всего лишь одной десятой всей площади Советского Союза,

могло бы заменить работу 30 тысяч таких электростанций, как Днепрострой.

Как же извлечь пользу из солнечного тепла?

Недавно в Ломоносовский музей в Ленинграде передано стекло, хранившееся в физическом кабинете Академии наук, в котором работал М. В. Ломоносов. Об этом стекле писали в XVIII веке:

«От жару сих стекол, твердое и водой намоченное дерево тотчас пламенем занялось, вода в небольшом сосуде кипела, металлы растоплялись, кирпичи, морская пенка (камень), голландский фосфор, камень асбест в стекле слились. Сера, колофония (канифоль), смола и другие сим подобные материи под водой растопились, дерево, несколько раз в воде будучи, в уголь перетлело и прочее».

Несколько стекол, которые собирают солнечные лучи в одном фокусе, дают, конечно, еще более сильный жар. М. В. Ломоносов в 1741 году представил Академии наук проект такой зажигательной системы из 8 стекол с зеркалами. Подобного же рода опыты производились приблизительно в это время и за рубежом. Известный французский естествоиспытатель Бюффон зажег при помощи зажигательных стекол дерево и расплавил серебро.

В прошлом столетии в Москве русский ученый, профессор Цераский, проделал замечательные опыты. Он расплавил с помощью зеркала диаметром 1 метр почти все металлы; в фокусе этого зеркала температура достигала 3500 градусов.

В ряде стран делались попытки технического использования солнечных лучей. В наших среднеазиатских республиках уже много лет работают водонагреватели, которые постоянно снабжают горячей водой бани и прачечные.

Водонагреватели состоят из зачерненных котлов с двойной стеклянной стенкой. Зачернение необходимо для максимального поглощения солнечных лучей. Слой воздуха между двойными стеклами, как изолятор, не пропускает излучения самого котла обратно в атмосферу, но пропускает солнечные лучи, нагревающие воду. Для получения больших количеств горячей воды, например в бане, несколько таких котлов соединяются вместе.

В Узбекистане гелиокотлы устанавливаются на крышах домов или на специальных вышках для снабжения квартир горячей водой. Кроме того, во многих домах работают солнечные кипятильники, названные «солнечными самоварами». Такой «самовар» даже и в Ленинграде в солнечный день может дать через 40 минут пять стаканов кипятка.

В Геофизической обсерватории в Ташкенте есть собственная солнечная баня, работающая целый день до заката солнца. В этой бане вся «кочегарка» состоит из одной застекленной

тическом фокусе расположена печь или металлический бак. Жар от этой солнечной печи настолько велик, что к ней можно подходить только в темных очках и с соблюдением ряда предосторожностей. Такие же печи, но больших размеров, имеются в Северной Африке.

За последние годы советские специалисты спроектировали и частью уже сконструировали гелиотехнические установки для создания опытного «солнечного оазиса» в пустыне, чтобы Солнце, которое иссушает Землю и выжигает растительность, в этом оазисе могло напоить почву влагой и принести прохладу.

Для солнечной станции промышленного значения выбрана Араратская долина в Армянской ССР. Выбрана эта долина не случайно. По метеорологическим данным здесь зарегистрировано 2600 солнечных часов в год — это гораздо больше, чем в Ташкенте и Ашхабаде.

Советские гелиотехники подсчитали, что если удовлетворить хотя бы наполовину потребности населения юга СССР в горячей воде при помощи солнечных установок, то будет сэкономлено ежегодно около полутора миллионов тонн угля или до миллиона тонн нефти.

Надежды, возлагаемые на Солнце

В настоящее время человечество задумывается над вопросом: надолго ли ему хватит топлива для его быстро развивающейся промышленности? Запасы угля и нефти, хотя их еще очень много в земной коре, нельзя считать неисчерпаемыми. При современных темпах роста промышленности их хватит еще на одно-два столетия. Есть еще «белый уголь» — текущая вода, но производство энергии гидроэлектрическими станциями не сможет догнать растущие потребности человека.

Можно думать, что атомная энергия разрешит задачу и обеспечит развитие промышленности. Но ведь запасов урана тоже не хватит на вечные времена. Поэтому нет ничего удивительного, что ученые стали возлагать надежды на Солнце, которое излучает на Землю во много раз больше энергии, чем потребляется человечеством, и что их все больше и больше привлекает проблема промышленного использования энергии Солнца. Беда здесь, однако, в том, что пока удастся преобразовать в электрическую энергию лишь сравнительно малую часть энергии Солнца. Но развитие техники дает все основания ожидать, что препятствия на этом пути будут успешно преодолены. Уже сейчас применение полупроводников дает возможность создать солнечные батареи с коэффициентом полезного действия до 10% и более.

Погаснет ли Солнце?

На сколько же времени может хватить запаса лучистой энергии, которую Солнце так щедро раздает во все стороны? Пополняется ли этот запас и чем?

Ученые доказали, что человечество может быть спокойно за будущее Солнца, а вместе с этим и за свое собственное будущее.

Как указывает академик С. И. Вавилов, масса Солнца так огромна, что даже если бы Солнце теряло каждую секунду по миллиарду тонн своего вещества, то оно «похудело» бы наполовину лишь через 30 миллиардов лет. Фактически же энергия, излучаемая Солнцем в секунду, равнозначна массе в 5 миллионов тонн. Стало быть, оно имеет шансы «похудеть» наполовину «только» за 6000 миллиардов лет.

Конечно, если бы Солнце уменьшилось в объеме наполовину, это очень чувствительно отозвалось бы на нашей Земле. Но ведь и 6000 миллиардов лет — срок довольно внушительный, если принять во внимание, что древнейшие предки человека появились на Земле приблизительно около миллиона лет назад!

Но самое главное то, что энергия Солнца все время пополняется, а потому и опасность «похудеть» для Солнца оказывается мнимой.

Современная наука дает вполне утешительный ответ на поставленный вопрос. Предполагается, что Солнце — это как бы огромный термоядерный реактор. При господствующих в его глубинах громадных температурах и давлении там происходит постоянный процесс образования ядер гелия из ядер водорода. Этот процесс сопровождается выделением колоссальных количеств энергии, которые смогут надолго восполнить потерю энергии Солнца.

Надолго, но не навсегда! В силу закона сохранения энергии Солнце, излучая, теряет свою массу: оно само себя сжигает, причем его масса переходит в мировое пространство в виде световой радиации. Последняя, как указывал академик С. И. Вавилов, это само Солнце, его часть, долетевшая до нас в форме света.

Понятно, что при условии постоянного пополнения сроки, по истечении которых Солнце истратит всю свою энергию, отодвигаются практически в бесконечность. По подсчетам астрономов и физиков Солнце будет согревать и освещать Землю еще в течение 95 000 миллионов лет. Академик В. Г. Фесенков подсчитал, что Солнце в течение 30 миллиардов лет будет излучать такие же количества тепла и света, как и теперь.

глава
ВТОРАЯ

Роберт



Весь мир, по мнению философов древности, был образован четырьмя «стихиями»: землей, водой, воздухом и огнем. Однако понятия о воздушной стихии были у них самые неопределенные.

Аристотель еще в IV веке до нашей эры высказал предположение, что Земля — шар и поэтому лежащая над ней воздушная оболочка имеет вид шарового слоя с тем же центром, что и Земля. Но идеи Аристотеля были забыты, и еще много времени понадобилось человеку, чтобы получить более или менее правильное представление о Земле и окружающей ее атмосфере.

Нужно сказать, что и в настоящее время наши знания о Земле и ее воздушной оболочке еще далеко не полны и углубляются с каждым годом. Вспомним хотя бы, что даже лежащая на высоте 10—15 километров стратосфера, где сейчас свободно летают скоростные самолеты, была открыта всего 50 лет назад.

Через две тысячи лет после Аристотеля, в средние века, Землю считали плоской, чем-то вроде пласта, который стоит на трех китах или плавает по воде, а над ним простирается небо в виде твердого свода. В церковных книгах так и говорилось о «тверди небесной». Искали «край земли», где она сходится с небом. Иные средневековые монахи рассказывали даже, что побывали на этом «краю» и видели, что делается за небосклоном.

Само слово «атмосфера», обозначающее воздушный океан, составлено из двух греческих слов: «атмос» — пар, и «сфера» — шар. Это название употреблял Аристотель, а в русскую науку его ввел М. В. Ломоносов.

Все жизненные процессы на Земле связаны с атмосферой. Дыхание человека и животных — это окисление крови кислородом воздуха. Когда мы зажигаем огонь, чтобы приготовить пищу и защитить себя от холода, мы используем кислород воздуха. Мы говорим друг с другом, слушаем музыку, радио, городской шум и не можем себе представить жизнь в полном безмолвии. А ведь звук — это не что иное, как волны в воздушном океане. Живя на дне этого океана, мы им дышим и существуем, как живут и дышат рыбы в воде.

Не будь воздушного океана, Солнце нагревало бы обращенную к нему сторону Земли до температуры, близкой к точке кипения воды, а противоположная Солнцу сторона охлаждалась бы почти до абсолютного нуля. Жизнь на Земле была бы невозможна, как и на Луне, лишенной атмосферы.

На Земле без атмосферы все выглядело бы по-другому: исчезло бы голубое небо и небесный свод стал бы мрачным и черным; не было бы утренних и вечерних зорь, потому что синий цвет дневного неба и все яркие краски при восходе и заходе Солнца создаются рассеянием света на частицах воздуха.

Без атмосферы не может быть ветра, потому что ветер — это движение воздуха; без водяного пара, который всегда в большем или меньшем количестве имеется в атмосфере, не могут образоваться ни туман, ни облака, ни дождь, ни снег. Без воздуха исчезло бы все, из чего складываются наши представления о погоде. Тьма и пустота окружили бы нашу планету.

Состав воздуха

Из чего же состоит воздух, без которого мы не можем жить? Кроме своих главных составных частей, азота и кислорода, воздух в ближайших к Земле слоях содержит примеси углекислоты, озона, водорода, гелия и трех «благородных» газов — аргона, криптона, ксенона. Кроме того, в атмосфере содержится переменное, в зависимости от различных условий, количество воды в виде пара; есть также очень незначительная примесь аммиака и других азотистых соединений. Они приносят некоторую пользу растениям: дождь и снег вымывают их из атмосферы, и, попадая в почву, эти примеси служат удобрением. На первый взгляд их количества крайне ничтожны, однако было вычислено, что при дожде средней силы на каждый гектар площади может выпасть до 0,4 килограмма азота.

Несмотря на малое количество, существенное значение для Земли имеет углекислота. Прежде всего она наряду с водяным паром поглощает солнечное излучение, и тем самым на Земле становится теплее. Если бы количество углекислоты в воздухе увеличилось, температура воздуха у земной поверхности поднялась бы. Рассчитано, что при увеличении содержания углекислоты вдвое средняя годовая температура на Земле повысится на 4 градуса. Это как будто не так уж много. Однако речь идет здесь о средней температуре, для которой изменение на 4 градуса имеет большое значение.

Углекислота важна, кроме того, как источник питания растений, без которых не могут существовать и животные. Растение, усваивая углекислоту, выделяет кислород. Животные дышат кислородом и выделяют углекислоту. Благодаря этому круговороту

поддерживается постоянное содержание кислорода и углерода в воздухе.

Для людей и животных вдыхание углекислоты вредно и может быть смертельным. Поэтому в кабинах, где больные принимают углекислые ванны, всегда открыты форточки.

Очень может быть, что в доисторическую эпоху атмосфера содержала значительно больше углекислоты, чем теперь. Поэтому растения могли запасти те громадные количества углерода, которые человек использует до сих пор в виде каменного угля. Есть и сейчас на земном шаре места с естественными скоплениями углекислоты: она, вытесняясь из почвы, пропитывает воду источников. Много таких источников встречается в горных местностях, есть они и в СССР, например на Кавказе — нарзан, ессентуки и другие лечебные минеральные воды.

Говоря о составе воздуха, нужно упомянуть и о том, что в атмосфере носится множество различных бактерий, а также всякого рода пыль, которой особенно много в городском воздухе. Пыль — продукт деятельности самого человека (промышленности, отопления зданий, распашки почвы и т. п.).

Какое количество дыма выделяется в воздух заводами и фабриками, можно себе приблизительно представить, если знать, что один курящий человек при каждой затяжке папиросой выделяет 4 миллиарда мельчайших дымовых частиц! В одном кубическом сантиметре воздуха на городских улицах содержится до 250 тысяч пылинок, а в каждой граммме пыли — до 130 тысяч различных бактерий.

В ясные дни издалека видна дымка над большими городами. В Англии возникло даже особое слово «smog» (смог), которое составилось из двух слов: «smoke» (дым) и «fog» (туман). Этим названием обозначается особенно густой плотный туман, смешанный с дымом, при котором видимость снижается иногда до 4—5 метров. При «смоге» воздух наполнен ядовитыми веществами, отходами фабричного производства, и нередко «смог» вызывает заболевания среди населения. Катастрофический туман в Лондоне 5—9 декабря 1952 года был причиной четырех тысяч смертных случаев и множества серьезных заболеваний.

Вот как описывает лондонский туман известный английский писатель Голсуорси в книге «Сага о Форсайтах»:

«...Босини вышел прямо на мост — густая тьма без конца, без края, где в шести шагах уже ничего не видно; где голоса и свистки раздавались со всех сторон, издеваясь над чувством ориентации прохожих; экипажи, как тени, внезапно возникали и медленно двигались на них, и время от времени где-то мерцал огонек, словно остров, расплывающийся в необъятном мраке моря...

...На Слоун-сквере туман стал еще гуще. Пассажиры выходили и входили на станцию, пробираясь ощупью сквозь непо-

движную, плотную мглу; редко встречавшиеся в толпе женщины прижимали к груди сумочки, закрывая рот и нос платками. Экипажи, увенчанные призрачными силуэтами кэбменов, в ореоле тусклого света фонарей, который тонул в тумане, не достигнув мостовой, то и дело подъезжали и высаживали пассажиров...»

Чем дальше от обитаемых мест, тем воздух становится чище. Но и самый «чистый» воздух в горах, в открытом море, на снежных просторах полярных стран все же содержит миллионы пылинок на кубический метр. Зато там почти нет бактерий. В горных экспедициях, на полярных зимовках люди в самых суровых условиях не знают, как правило, «простудных» заболеваний.

Очень много пыли бывает в воздухе при лесных и торфяных пожарах. Старикам еще памятни сухие туманы в окрестностях Ленинграда в исключительно жаркое и засушливое лето первой мировой войны 1914 года. Солнце висело багрово-красным шаром в белесоватом небе, а в воздухе не прекращался запах гарн от горевших вокруг города торфяников. В Сибири, где прежде постоянно в разных местах горела тайга, мгла не прекращалась целыми днями.

Но есть еще пыль, которая образуется иным порядком. Это, во-первых, метеорная или космическая пыль, которая носится в мировом пространстве и проникает в атмосферу, и, во-вторых, вулканическая пыль, забрасываемая в атмосферу извержениями вулканов. Эта пыль носится в воздухе целые месяцы, а иногда и годы. Пыль, выброшенная вулканом Кракатау (близ о. Ява) в 1883 году, носилась в атмосфере почти два года. Рассеивая солнечные лучи, она вызывала замечательные «красные зори», которые были видны на огромных расстояниях от очага извержения, например в Петербурге. Перед восходом и после заката Солнца небо светилось особым красным светом, но таким, как при обычной утренней и вечерней заре: свечение было ярче и продолжительнее. Наблюдениями удалось установить, что светящаяся пыль находилась на высоте около 70—80 километров над землей. Сила извержения не могла выбросить массы пыли на такую высоту, значит они были подняты в более высокие слои воздушными течениями.

Являясь средой для жизни человека, животных и растений, воздушный океан сам изменяется под влиянием процессов в органическом мире и активной деятельности человека. Атмосфера в том виде, в каком мы ее знаем, есть и условие и результат жизненных процессов на земном шаре.

Иногда задают вопрос: что раньше появилось на Земле, жизнь или атмосфера? Жизнь без воздуха невозможна; но атмосфера, во всяком случае такого состава, как сейчас, не могла бы существовать без животного и растительного мира, т. е. без жизни.

Академик Л. С. Берг говорит: «Атмосфера есть производное жизни. Для климатолога или географа не имеет смысла говорить

о климатах Земли, атмосфера которой лишена кислорода и азота и состоит из других газов, или даже о климатах Земли, совершенно лишенной атмосферы»...; «...До появления жизни на Земле здесь не было атмосферы, по крайней мере атмосферы, хоть отдаленно напоминающей современную».

Но если Земля была лишена атмосферы, то на ней не могла зародиться жизнь. Ведь излучаемые Солнцем ультрафиолетовые лучи смертельны для всего живого, и только слой озона в атмосфере служит как бы экраном, задерживающим их.

На это можно ответить, что по современным представлениям жизнь зародилась в океане, а слой воды толщиной 1 метр уже полностью поглощает ультрафиолетовые лучи, так что жизнь могла существовать и без озонового экрана.

Вопрос о появлении жизни и об атмосферах планет в доисторические времена очень сложен, и ученые лишь приближаются к его разрешению. Но во всяком случае окружающая нас атмосфера не всегда была такой, как в наше время. Состав атмосферы, к которому мы привыкли как к чему-то неизменному, зависит от очень многих условий и прежде всего от температуры.

Представим себе, например, что температура на Земле вдруг повысилась на 300—400 градусов. Что случится тогда с атмосферой? Вода и другие жидкости, даже ртуть, закипят и испарятся. Их пары войдут в состав атмосферы. Образуются различные химические соединения, и некоторые из них сохранятся в составе атмосферы, другие же выпадут из нее в твердом состоянии. Процесс кипения со временем, правда, замедлится, но так как от вхождения в атмосферу тяжелых газов повысится атмосферное давление, то часть воды в океанах, возможно, сохранится в жидком состоянии.

А если, наоборот, Земля охладится на 200 градусов? Тогда вода во всех водоемах замерзнет и многие другие жидкости перейдут в твердое состояние; часть воздуха станет жидкой, и атмосфера будет совсем непохожей на нашу теперешнюю.

Эти предположения говорят о том, что если бы Земля оказалась в другом месте солнечной системы, например гораздо ближе к Солнцу, на месте Меркурия, или, наоборот, удалилась бы от Солнца на орбиту Нептуна, то и окружающий Землю воздух коренным образом изменился бы. Нельзя утверждать, что на других планетах, в других условиях не может быть жизни: но организмы в совершенно иной обстановке должны быть, конечно, совсем не похожи на земные. Грандиозные технические достижения последних лет, запуск в СССР и США спутников Земли, искусственных планет, наконец, советской ракеты на Луну, космического корабля на Венеру в феврале 1961 года и на Марс — в ноябре 1962 г., полеты наших славных космонавтов, — приближают человека к разрешению ряда загадок, которые еще недавно казались неразрешимыми.

о климатах Земли, атмосфера которой лишена кислорода и азота и состоит из других газов, или даже о климатах Земли, совершенно лишенной атмосферы»...; «...До появления жизни на Земле здесь не было атмосферы, по крайней мере атмосферы, хоть отдаленно напоминающей современную».

Но если Земля была лишена атмосферы, то на ней не могла зародиться жизнь. Ведь излучаемые Солнцем ультрафиолетовые лучи смертельны для всего живого, и только слой озона в атмосфере служит как бы экраном, задерживающим их.

На это можно ответить, что по современным представлениям жизнь зародилась в океане, а слой воды толщиной 1 метр уже полностью поглощает ультрафиолетовые лучи, так что жизнь могла существовать и без озонового экрана.

Вопрос о появлении жизни и об атмосферах планет в доисторические времена очень сложен, и ученые лишь приближаются к его разрешению. Но во всяком случае окружающая нас атмосфера не всегда была такой, как в наше время. Состав атмосферы, к которому мы привыкли как к чему-то неизменному, зависит от очень многих условий и прежде всего от температуры.

Представим себе, например, что температура на Земле вдруг повысилась на 300—400 градусов. Что случится тогда с атмосферой? Вода и другие жидкости, даже ртуть, закипят и испарятся. Их пары войдут в состав атмосферы. Образуются различные химические соединения, и некоторые из них сохранятся в составе атмосферы, другие же выпадут из нее в твердом состоянии. Процесс кипения со временем, правда, замедлится, но так как от вхождения в атмосферу тяжелых газов повысится атмосферное давление, то часть воды в океанах, возможно, сохранится в жидком состоянии.

А если, наоборот, Земля охладится на 200 градусов? Тогда вода во всех водоемах замерзнет и многие другие жидкости перейдут в твердое состояние; часть воздуха станет жидкой, и атмосфера будет совсем непохожей на нашу теперешнюю.

Эти предположения говорят о том, что если бы Земля оказалась в другом месте солнечной системы, например гораздо ближе к Солнцу, на месте Меркурия, или, наоборот, удалилась бы от Солнца на орбиту Нептуна, то и окружающий Землю воздух коренным образом изменился бы. Нельзя утверждать, что на других планетах, в других условиях не может быть жизни: но организмы в совершенно иной обстановке должны быть, конечно, совсем не похожи на земные. Грандиозные технические достижения последних лет, запуск в СССР и США спутников Земли, искусственных планет, наконец, советской ракеты на Луну, космического корабля на Венеру в феврале 1961 года и на Марс — в ноябре 1962 г., полеты наших славных космонавтов, — приближают человека к разрешению ряда загадок, которые еще недавно казались неразрешимыми.

Сколько весит воздух?

Уже Аристотель предполагал, что воздух, окружающий Землю, представляет собой какую-то весомую материю, и сделал попытку взвесить определенный его объем. Надув бычий пузырь воздухом, он его взвесил; затем выдавил воздух и взвесил пустой пузырь. В обоих случаях вес получился практически одинаковый. Поэтому Аристотель, а вслед за ним и другие ученые пришли к выводу, что воздух не имеет веса. Однако другого результата и не могло получиться: ведь воздух взвешивался в воздухе, и хотя раздутый пузырь должен бы стать тяжелее пустого, но, увеличившись в объеме, он, по закону Архимеда, потерял в весе столько, сколько весит вытесненный им воздух. Аристотель жил до Архимеда и не мог знать открытого им закона.

Две тысячи лет спустя, в половине XVII века, Отто Герике, бургомистр города Магдебурга и выдающийся физик своего времени, определил вес воздуха, как и Архимед, путем взвешивания. Для этого он взял не растяжимый пузырь, а стеклянный шар. Герике пользовался изобретенным им самим воздушным насосом, который давал возможность получать очень большую степень разрежения. Взвесив один и тот же стеклянный шар сначала с воздухом, а затем пустой, он получил вес воздуха, близкий к известному нам: в пересчете на метрические меры вес кубического метра воздуха оказался равным около 1,29 килограмма.

Герике производил взвешивание тоже в воздухе, но стеклянный шар не изменял своего объема; потеря веса была одна и та же для шара как пустого, так и наполненного воздухом, и потому не оказала влияния на результат опыта.

Несколько ранее опытов Герике вес воздуха был определен совершенно иным путем в Италии и во Франции.

Существует рассказ о том, что в 1640 году великий герцог Тосканский Фердинанд пожелал устроить фонтаны на террасе своего дворца. Но вода из расположенного внизу озера, несмотря на все усилия мастеров, не поднималась выше 32 футов (около 10,33 метра). Это показалось очень странным, так как с давних пор, в древности и в средние века, господствовало представление, что «природа боится пустоты» и стремится немедленно заполнить пустое пространство. Например, живший в X—XI веках философ Авиценна говорил, что «если где-либо в природе образуется пустота, то само небо расколется и спустится на землю, чтобы ее заполнить». Почему же эта «боязнь пустоты» не распространилась выше 32 футов? Эванджелиста Торичелли, ученик Галилея, объяснил это явление тем, что сила тяжести не может поднять воду выше 32 футов, потому что столб воды высотой в 32 фута как раз уравнивает давление атмосферы на площадь, равную основанию столба. Если

же вместо воды взять более тяжелую жидкость, например ртуть, то давление атмосферы поднимает ее на гораздо меньшую высоту: ртутный столб, уравновешивающий атмосферное давление, должен быть во столько раз короче водяного, во сколько раз ртуть тяжелее воды. Торичелли вместе с другим учеником Галилея, Вивiani, произвел известный опыт со стеклянной трубкой, наполненной ртутью и опрокинутой в чашку, также наполненную ртутью. Ртуть из трубки не вылилась в чашку, а после небольших колебаний остановилась в трубке на определенном уровне, который и предвидел Торичелли: по нашему счету, на высоте около 760 миллиметров. Над ртутью же в трубке осталось пустое пространство.

Герцог Тосканский в связи с открытием Торичелли издал специальный декрет, в котором говорилось: «За то, что Э. Торичелли благодаря доблести и удаче успешно осуществил это дело; за то, что им была открыта истина; за то, что он расширил границы науки, — мы объявляем славу бессмертному богу, а Эванджелисте Торичелли — триумф».

Сколько же весит столб воздуха, уравновешивающий столбик ртути в 760 миллиметров или столб воды высотой 10,33 метра? Оказывается, такой столб воды с основанием в 1 квадратный сантиметр и при температуре 0° весит 1,033 килограмма. Таков же будет и вес воздушного столба, опирающегося на 1 квадратный сантиметр поверхности и доходящего до верхней границы атмосферы.

Торичелли, таким образом, сделал сразу два очень важных открытия: во-первых, доказал, что воздух имеет вес, и определил этот вес, а во-вторых, изобрел простейший прибор для измерения веса или давления воздуха, называемый барометром. Барометр и означает по-гречески «измеритель веса».

В 1646 году французский физик Блэз Паскаль повторил в Руане опыты Торичелли, но с водяным барометром. Этот барометр имел грандиозную высоту — 46 футов (14 метров). Трубка была запаяна с одного конца, наполнена водой и заткнута пробкой, а затем приведена в вертикальное положение при помощи целой системы веревок и блоков и погружена в большой сосуд с водой. Как только пробка была вынута, вода в трубке остановилась на высоте 32 футов (9,7 метра); над водой осталось 14 футов (4,3 метра) пустого пространства.

Этим Паскаль не удовлетворился. Если действительно подъем воды или ртути в трубке, — рассуждал он, — вызывается давлением атмосферы, то на вершине горы жидкость в трубке будет стоять ниже, чем у подножия; длина столбика на вершине будет тем меньше, чем выше гора, потому что, поднимаясь вверх, мы оставляем под собою нижние слои воздуха и они уже не оказывают давления на наш прибор. Это рассуждение Паскаль также проверил на опыте. По его просьбе

18 сентября 1648 года его зять Ф. Перье поднялся с барометром на гору Пюи-де-Дом близ Клермона высотой 1467 метров. Затем сам Паскаль повторил тот же опыт на башне св. Иакова в Париже. Результаты оказались вполне согласными с его предположениями. Этим «великим опытом» Паскаля было положено начало измерениям высот при помощи барометра — барометрической нивелировке.

Расчет Паскаля был, правда, лишь приближенный: сейчас мы знаем, что для определения разности высот двух мест недостаточно знать только разность отсчетов барометра в том и другом месте; но важной была для того времени сама мысль о численной связи между высотой и давлением.

Итак, воздух имеет вес. С какой же силой он давит на земные предметы?

Мы уже говорили, что вес воздушного столба, простирающегося в высоту до границы атмосферы и имеющего основание 1 квадратный сантиметр, равен 1,033 килограмма. Это и есть «давление атмосферы» на 1 квадратный сантиметр поверхности. Простой подсчет показывает, что атмосферное давление на каждый квадратный метр поверхности равно 10,33 тонны.

Все тела на Земле выдерживают это давление. Выдерживает его и человек. Поверхность человеческого тела при среднем росте в 1,5 метра испытывает давление в 15 500 килограммов. Почему же под такой огромной тяжестью предметы не сплюсываются и почему человек может ее вынести? Ответ на это простой: воздух имеется внутри всех предметов на Земле, имеется он и внутри нашего тела, проникая во все органы. Он давит изнутри с такой же силой, как и наружный воздух.

Приспособляемость организмов

Наше тело приспособлено к атмосферному давлению и оказывает ему равное противодействие. Но стоит человеку перейти, например, в глубокие подводные слои, где к давлению атмосферы присоединяется еще вес столба воды, как ему уже приходится принимать целый ряд мер, чтобы обезопасить себя от повышенного давления. Водолазы надевают специальные костюмы, опускаются на дно в особых камерах и все же не могут оставаться под водой дольше определенного времени, так как это опасно для здоровья. А рыбы и другие организмы морских глубин, привычные к этому давлению, чувствуют себя прекрасно. Зато если глубоководную рыбу вытащить на поверхность океана, внутреннее давление в организме, рассчитанное на высокую нагрузку, преодолевает внешнее, и рыба разрывается.

Организм человека, приспособленный к жизни на дне воздушного океана, болезненно реагирует и на уменьшение

давления. При подъеме на высокие горы, при полетах на самолетах в высокие слои воздуха уже с 4000 метров, а иногда и ниже человек подвергается приступам так называемой «горной болезни»: дыхание затрудняется, из ушей и носа нередко идет кровь, дышится тяжело, иногда даже наступает бессознательное состояние. Горная болезнь вызывается главным образом малым содержанием кислорода при пониженном давлении воздуха, и поэтому летчики и альпинисты берут с собой кислородные приборы. Но в борьбе с горной болезнью еще большую роль играет тренировка — постепенное приучение организма к пониженному давлению. Альпинисты и летчики перед высокими подъемами тренируются в специальных камерах, в которых воздух постепенно разрежается.

Люди, постоянно живущие на больших высотах, по-видимому, легко переносят разреженный воздух. Кое-где в горах, например в Андах Южной Америки, в Тибете и других местах, встречаются постоянные людские поселения на высотах порядка 5000 метров. Экспедиция англичан на Эверест в 1924 году обнаружила жилье тибетского отшельника на высоте 5200 метров. Сами участники экспедиции после длительных тренировок доходили до высоты 8500 метров без кислорода. Правда, это проделала только одна партия, благополучно вернувшаяся потом на базу. Другая на той же высоте погибла.

В Тибете на высоте 5000 метров существовали копи (Ток-Джалунг), где прежде добывалось золото; стало быть, на таких высотах при известной привычке можно даже производить физическую работу. В Южном Перу есть селение на высоте 5210 метров. Железная дорога Лима-Ороя в Перу пересекает горы на высоте 4769 метров. Летние кочевки киргизов на Памире доходят до 4800 метров, а до 3500 метров поднимаются возделанные поля. Небольшое поселение «Памирский пост» с метеорологической станцией расположено на высоте 3650 метров.

В Альпах и на Кавказе верхний предел постоянных поселений лежит значительно ниже — на высоте 2500 метров. Но высокогорные метеорологические станции устраиваются гораздо выше: на Эльбрусе, например, на высоте 4260 метров, на леднике Федченко — 4169 метров и т. д.

В Южной Америке в 100 километрах к востоку от города Лима (Перу) на высоте около 4500 метров работает специальная станция для изучения влияния высоты на человеческий организм. Имеется также станция на высоте 3500 метров и третья еще ниже — всего на высоте 150 метров. Люди, привыкшие к жизни внизу, на уровне моря, с трудом могут пройти несколько десятков шагов на высоте 4500 метров. А те, кто уже акклиматизировался в горной местности, свободно там бегают и занимаются спортивными упражнениями.

В горах Перу на высотах 2000—4000 метров живет более 4 миллионов человек. Несколько же тысяч человек, занятых на горных разработках, живут постоянно на высоте более 4 километров.

Наблюдения показали, что у горных жителей легкие и сердце имеют бóльший объем, чем у жителей низин, а их кровь содержит на 12—13% больше красных кровяных шариков.

Однако, как правило, человек не живет на больших высотах. В этом отношении он уступает птицам. Кондор без труда летает на высоте 9000 метров. Англичане, поднимавшиеся в 1924 году на Эверест, наблюдали горных галок, которые следовали за стоянками экспедиции до 8000 метров и выше. Гриф и ястреб летают до 6000—7000 метров, орел — до 5000 метров. Остальные птицы держатся не выше 2000—4000 метров.

Значительно выше птиц поднимаются в воздух микробы и бактерии.

Здесь мы говорим лишь о жизни на больших высотах без каких-либо вспомогательных приспособлений. Грандиозные успехи современной техники дают человеку возможность летать выше птиц. Реактивные самолеты, например «ТУ-104», обычно совершают рейсы на больших высотах, и пассажиры даже не чувствуют этой высоты. Герметическая кабина, где воздух не более разрежен, чем у Земли, обеспечивает им нормальное самочувствие. Высоты, на которых может летать человек, растут с каждым годом, и даже проекты межпланетных перелетов человека вышли из области фантастики.

Но если живые организмы так или иначе приспособляются к пониженному давлению, то для сооружений и построек оно иногда оказывается роковым. Во время сильных тропических ураганов давление в центре вихря падает до чрезвычайно низких величин, притом почти внезапно. Бывают случаи, что под влиянием перевеса внутреннего давления над внешним воздух в зданиях вышибает изнутри окна и двери, как при взрыве.

Известно, что в некоторых местностях во избежание таких случайностей население во время урагана оставляет двери и окна открытыми.

Каково же давление атмосферы на всю поверхность нашей Земли? Земная поверхность округленно составляет 510 миллионов квадратных километров. А так как поверхность в 1 квадратный километр испытывает давление 10 330 000 килограммов, то вся земная поверхность несет на себе тяжесть более чем 5 квинтиллионов килограммов. И все-таки вес атмосферы составляет лишь около одной миллионной веса всего земного шара. Если бы собрать всю атмосферу в один шар, вес

его был бы равен весу медного шара, имеющего 100 километров в диаметре. Вот какой великий груз несет на себе наша Земля!

Для чего служит барометр?

Паскаль впервые применил барометр к определению высот над поверхностью Земли и доказал, что плотность воздуха убывает с высотой, это вполне понятно: каждый слой воздуха сжат всеми теми слоями, которые лежат поверх него. В этом отношении воздушный океан существенно отличается от водного. Вода, как и всякая жидкость, несжимаема или, вернее, сжимаема в ничтожно малой степени. Поэтому плотность воды в любом водоеме на всех глубинах практически одинакова. Воздух же сжимаем, как все газы, и в воздухе плотность, следовательно и давление, падает быстрее, чем возрастает высота. Связь между высотой и давлением математически выражается так: когда высота возрастает в арифметической прогрессии, давление убывает в геометрической. Таким образом, по разности давлений можно вычислить разность высот двух мест.

Это справедливо, однако, лишь в том случае, если температура воздуха в обоих сравниваемых местах одинакова, так как плотность воздуха зависит от температуры. Для точных вычислений приходится принимать в расчет, кроме того, и влажность воздуха, и географическую широту, от которой зависит сила тяжести. Точная формула, которой пользуются в метеорологии и геодезии для вычисления высот по барометрическому давлению, была дана французским математиком и астрономом Лапласом в первые годы XVIII века. На основании этой формулы составлены таблицы, которые имеются на каждой метеорологической станции.

Мы подразумевали до сих пор, что наша верхняя и нижняя точки находятся на близком расстоянии по горизонтали. Если речь идет о двух местах, значительно удаленных друг от друга, то дело обстоит сложнее. Даже если они находятся на одной высоте и температура и тут и там одинакова, высота барометра чаще всего бывает разная, потому что одно место может лежать в области высокого, другое — в области низкого давления.

Должен ли барометр показывать и предсказывать погоду?

Все мы знаем другой барометр — анероид, совсем не похожий на ртутный барометр Торичелли. Этот барометр напоминает часы, только на циферблате вместо цифр от I до XII нанесены деления (миллиметры). На старинных анероидах иногда можно видеть надписи: «буря», «великий дождь», «дождь», «переменно», «ясно», «сушь», «великая сушь».

Какое же значение нужно придавать этим надписям? Если стрелка барометра указывает на «дождь», то должны ли мы на самом деле ждать дождя или по крайней мере пасмурной погоды? А если она установилась на «ясно», обеспечены ли нам хорошие солнечные дни?

Прежде всего надо вспомнить, что показания барометра зависят от высоты места. (До сравнительно небольших высот, 500—1000 метров, можно считать, что изменение высоты на 10 метров связано с изменением давления примерно на 1 миллиметр). Поэтому при одинаковой погоде anerоид может стоять на «дожде», например, в Кисловодске и на «ясно» в Ленинграде. Чтобы можно было сравнивать отсчеты барометра в двух местах, лежащих на различной высоте, прежде всего нужно, как говорят, привести эти отсчеты к уровню моря, т. е. с помощью таблиц вычислить то давление, которое наблюдалось бы в каждом из двух мест, если бы они оба лежали на уровне моря. Ясно, что нельзя сравнивать между собой «неприведенные» давления.

Но даже если мы учли разность высот, даже если мы установили шкалу нашего anerоида так, что при высоком давлении стрелка показывает на «ясно», — это, к сожалению, не обеспечивает нам правильных предсказаний погоды. В хорошую погоду давление может оказаться низким и барометр покажет «дождь» или, наоборот, при дожде и пасмурной погоде он будет стоять на «ясно». Правда, в большинстве случаев высокое давление соответствует хорошей погоде, а низкое — плохой, но это бывает не всегда. Что же касается предсказания погоды, то для этого более важны изменения давления, т. е. понижается оно или повышается, чем сама высота стояния барометра. Но и этот признак ухудшения или улучшения погоды не безошибочный. Мы увидим дальше, что предсказание погоды совсем не так просто.

„Барометр испортился“

Вот наглядный пример таких «обманов» барометра. Осенью 1894 года после очень дождливого лета в юго-западной части России наступила длительная пасмурная погода с морозящими дождями. Было настолько темно, что иногда днем приходилось зажигать свет. Такая погода тянулась целыми неделями, а барометр показывал очень высокое давление. В журнал «Метеорологический вестник» стали приходить письма от наблюдателей метеорологических станций о том, что, очевидно, «барометр испортился». Между тем эта погода объяснялась тем, что, когда после дождливых дней установилось высокое давление, воздух был очень прозрачен, и поэтому днем земная поверхность сильно нагревалась, а ночью сильно охлаждалась от лучеиспускания. В холодное время года потеря тепла больше, чем приход; охлаждение земной поверхности при большой влажности вызвало

образование вблизи нее, на небольших высотах, пелены сплошных облаков с морозящими дождями. Для человека, живущего на дне воздушного океана, эта погода казалась, бесспорно, очень скверной. Но если бы он мог подняться всего на 100—200 метров над землей, то увидел бы, что над ним сияет Солнце в безоблачном небе, а внизу расстилается сплошное море тумана.

Можно ли измерить высоту термометром?

Русский путешественник и географ П. К. Козлов в книге «В Азиатских просторах» писал:

«Ну, гора, сейчас твоя тайна будет открыта, сказал я, устроив свой кипятильник, и через несколько минут знал, что Сади-Сурун-Сум вздымается на 13 000 футов над уровнем моря».

Каким же образом кипятильник помог определить высоту горы?

Чтобы ответить на этот вопрос, достаточно вспомнить, как закипает вода. Когда под влиянием нагревания упругость ее паров растет и, наконец, становится равной внешнему давлению атмосферы, тогда начинается кипение: частицы воды, обращаясь в пар, одна за другой вылетают в воздух. В обычных условиях вода кипит при температуре 100 градусов. Но если подняться на высокую гору и начать там кипятить воду, то она закипит раньше, чем ее температура достигнет 100 градусов, потому что давление воздуха на высоте значительно ниже нормального. Например, на высоте 3000 метров вода закипит приблизительно при 90 градусах, на высоте 6500 метров — при 80 градусах.

Поэтому термометр и дает возможность определить высоту места: стоит только отсчитать температуру кипения воды, и высоту уже можно найти по специальным таблицам.

Альпинистам, поднимающимся на большую высоту, кипение воды при низкой температуре доставляет большие неудобства. Люди устали и хотят подкрепиться пищей, однако сварить яйцо или, тем более, мясо оказывается нелегким делом. Для этого необходима температура 100 градусов, а ее достичь не удастся. Приходится заниматься варкой очень долгое время.

Помните, у Жюль Верна в романе «Гектор Сервадак» разговор капитана Сервадака со своим слугой.

«Сняв со стены термометр Цельсия, Сервадак опустил его в кипящую воду. Градусник показал только шестьдесят шесть градусов.

— Итак, капитан?

— Итак, я советую тебе продержать яйца в кипятке четыре часа, да и то едва ли они будут сварены!

— Но они будут крутые?

— Нет, дружище, они будут еле сварены!»

Нужно заметить, что снижение точки кипения воды до 66 градусов происходит при таком давлении воздуха, которое люди не могут перенести: такое давление отвечает высоте 11—12 километров над уровнем моря. Так что Жюль Верн в романе немного преувеличил, хотя само явление описано правильно.

При давлении, равном $1/8$ атмосферного, т. е. 95 миллиметрам, вода кипит уже при 50 градусах, а при давлении, равном $1/80$, — при 10 градусах. Таким «кипятком» не обваришься! Но давление в $1/80$ атмосферы, или 9,5 миллиметра, отвечает высоте около 35 километров, которую человек освоит еще не так скоро.

Для точного определения высоты места с помощью термометра, соединенного с кипятильником, этот термометр должен быть очень точным — с делениями до сотых долей градуса. Такой точный термометр со специальным кипятильником называется «гипсотермометром», это так и значит: «термометр для определения высоты». Его часто брали, да и сейчас берут в экспедиции, потому что хотя теперь и научились изготавливать очень хорошие anerоиды — высотомеры, но гипсотермометр все-таки точнее. А таскать в экспедицию ртутный барометр, который всего точнее определяет давление воздуха, дело совершенно невозможное: он слишком тяжел и, кроме того, боится всяких толчков и дорожных передрыг.

Высокие и низкие давления

Самые низкие давления бывают в центре тропических ураганов; там не раз отмечались давления ниже 690 миллиметров. Такое давление наблюдалось, например, 20 сентября 1885 года в Индийском океане, 2 августа 1912 года в Китайском море, 24 октября 1940 года в Тихом океане. В последнем случае барометр при приближении урагана упал за один час на 32 миллиметра, а еще через полчаса достиг самого низкого значения — 686 миллиметров, такое давление наблюдалось бы на горе высотой около 800 метров.

Самые высокие давления встречаются на холодных плоскогорьях Восточной Азии. В Барнауле, в Сибири, в январе 1900 года было отмечено 789,2 миллиметра, что соответствует давлению 808,7 миллиметра на уровне моря. Более высокого давления никогда не наблюдалось.

Резкие изменения давления даже и в тех пределах, которые возможны на земной поверхности, вредно влияют на организм человека, особенно на людей, страдающих сердечными заболеваниями и расстройствами кровяного давления.

глава
ТРЕТЯ

Литература



еще до того как был изобретен барометр, Галилей заметил, что воздух при нагревании расширяется. В самом конце XVI века Галилей построил прибор, состоящий из тонкой трубки с припаянным к ней стеклянным шариком; трубка вставлялась шариком вверх в сосуд, наполненный жидкостью. Если такой прибор вносили в холодное помещение, воздух в трубке сжимался и жидкость в ней поднималась; в тепле, наоборот, воздух расширялся и жидкость устанавливалась на более низком уровне. Галилей назвал свою трубку «термоскопом»; точной меры тепла этот прибор, конечно, не мог дать, потому что высота жидкости в трубке зависела не только от окружающей температуры, но и от давления воздуха. Этот прибор был и термометром, и барометром одновременно, но не мог служить ни термометром, ни барометром в отдельности. Кроме того, Галилей не указал на приборе постоянных точек, и на нем не было шкалы. Поэтому он давал возможность судить лишь о том, стало ли теплее или холоднее, а насколько именно — оставалось неизвестным.

В 40-х годах XVII века, уже после изобретения барометра, во Флоренции изготовляли довольно совершенные термометры. Они были наполнены спиртом и трубка была запаяна, чтобы разобщить жидкость от наружного воздуха. Наносить деления на стеклянные трубки еще не умели, и градусы обозначались мелкими бусинками, припаянными к стеклу снаружи. Такие термометры, известные под названием флорентинских, сохранились до наших дней; их можно видеть в музее Главной геофизической обсерватории им. Воейкова в поселке Воейково.

Много споров и пререканий возникло между учеными из-за постоянных точек термометра. О том, что точки кипения и замерзания воды постоянны, узнали уже много позднее; на флорентинских термометрах со шкалой, разделенной на 50, иногда на 100 частей, исходными точками служили «температура жаркого летнего дня» и «наибольшие зимние холода». Предлагалось также брать за постоянные точки: температуры плавления анисового или льняного масла, температуру человеческого тела, температуру глубокого погреба в Париже и т. д. Конечно, все эти точки были далеко не постоянны.

Шаг вперед был сделан Фаренгейтом, который изготовлял сравнительно хорошие спиртовые термометры; он взял для градуировки три постоянные точки: за нуль он принял температуру смеси воды, льда и поваренной соли (эта температура считалась наиболее низкой возможной температурой), температуру тающего льда он принял за 32 градуса; таким образом он определил величину градуса. Температурой кипения воды он сам не пользовался, но на точке кипения у него пришлось 212 градусов. Этот термометр до сих пор принят в Англии и Америке.

В России долгое время применяли термометр Реомюра. Выдающийся французский естествоиспытатель Реомюр, исходя из предположения, что спирт при всех температурах расширяется одинаково, на своем спиртовом термометре взял только одну постоянную точку — замерзания воды, от которой и отсчитывал деления, соответствующие расширению спирта на $\frac{1}{1000}$ его объема. На точке кипения воды у него пришлось 1080 градусов, но она была определена неправильно, так как он не принял во внимание зависимость ее от давления воздуха. Эта ошибка была исправлена Делюком. В термометре Реомюра пространство между нулем и точкой кипения воды разделено на 80 частей, или градусов; по этому термометру до 1870 года велись все метеорологические наблюдения в России; им пользовались также и как комнатным термометром.

Общепринятый в науке стоградусный термометр был предложен шведом Цельсием в 1742 г. В этом термометре расстояние между точками кипения и замерзания воды разделено на 100 градусов.

Итак, для перехода от флорентинских термометров до точного термометра, пригодного для научных исследований, понадобилось целое столетие.

Так как в научной и художественной литературе можно встретить температуры, измеренные различными термометрами, полезно уметь приводить эти данные к шкале стоградусного термометра Цельсия.

Перевести градусы термометра Реомюра в градусы по Цельсию нетрудно даже в уме: точка нуля у них общая, а шкала разделена у первого на 80, у второго на 100 частей, поэтому каждый градус Цельсия равен $\frac{4}{5}$ градуса по Реомюру, и чтобы перевести показание термометра Реомюра в градусы по Цельсию, нужно умножить его на $\frac{5}{4}$, или, что удобнее, на $\frac{10}{8}$. Так, 15 градусов по Реомюру равны $\frac{15 \cdot 5}{4} = \frac{15 \cdot 10}{8} = \frac{150}{8} = 18,9^\circ \text{C}$.

Сложнее обстоит дело с термометром Фаренгейта: у него расстояние между постоянными точками разделено на 180 частей, а, кроме того, нуль лежит на 32 градуса (по его шкале) ниже, чем у термометров Реомюра и Цельсия. Поэтому, если нам надо перевести градусы по Фаренгейту в градусы по Цельсию, мы

прежде всего должны вычесть из числа градусов по шкале Фаренгейта 32 градуса и разность умножить на $\frac{100}{180}$, или $\frac{5}{9}$. Например, температура 96 градусов, которую Фаренгейт принял для температуры человеческого тела, будет по шкале Цельсия равна $(96^{\circ} - 32^{\circ}) \cdot \frac{5}{9} = 64 \cdot \frac{5}{9} = 35,6^{\circ}$ — температура, которую мы сочли бы слишком низкой: нормальная температура человека 36,7 градуса составила бы по шкале Фаренгейта 98 градусов. Если где-нибудь, например в сочинениях Джека Лондона или Хэммингуэя, вы прочтете, что больной лежал с температурой 105° Ф , то в переводе на привычный счет это будет $(105^{\circ} - 32^{\circ}) \cdot \frac{5}{9} = 73^{\circ} \cdot \frac{5}{9} = 40,6^{\circ}$.

В американских сообщениях из Антарктики указывалось, что 19 сентября 1957 года на южном полюсе была отмечена самая низкая за этот год температура, $-120,1$ градуса по Фаренгейту. По стоградусному термометру это соответствует температуре $(-120,1^{\circ} - 32^{\circ}) \cdot \frac{5}{9} = -152,1^{\circ} \cdot \frac{5}{9} = -84,5^{\circ}$.

Сколько сейчас градусов?

В настоящее время мы имеем правильные, точные термометры. Казалось бы, ответить на вопрос, сколько сейчас градусов, очень просто, стоит только посмотреть на термометр. Но это не совсем так. Чтобы термометр показал истинную температуру, нужно его правильно установить. Если, например, на термометр попадет теплый воздух из окна или от нагретой стены, он покажет более высокую температуру, чем в окружающем воздухе. Если на шарик термометра упадут капли дождя, то они при испарении вызовут охлаждение, и температура, отсчитанная по термометру, будет ниже истинной. Но самым главным условием является установка термометра в тени.

Часто в обыденной жизни приходится слышать: «сегодня на солнце столько-то градусов». И мало кто отдаст себе отчет, что это в сущности не имеет смысла. Термометр, выставленный на солнце, показывает не температуру окружающего воздуха, а свою собственную: температуру стекла, из которого сделана трубка, его оправы и т. п. На показания термометра влияют также нагретые окружающие предметы и угол, под которым на него падают солнечные лучи. Температура, о которой говорят в метеорологии и которую ежедневно передают по радио в сводках погоды, — всегда температура в тени.

Показания термометра зависят еще и от высоты, на которой он установлен или подвешен, от того, насколько свободный доступ имеет к нему воздух. Именно поэтому на метеорологических станциях термометры устанавливаются на определенной высоте

(2 метра над поверхностью земли), в будках, окрашенных в белый цвет и обращенных на север (во избежание прямого действия солнца), со стенками в виде жалюзи (для свободного притока воздуха). Установка на всех станциях должна быть одинаковая, иначе нельзя сравнивать между собой температуры, отсчитанные на разных станциях.

Вот как много условий приходится принимать во внимание, чтобы ответить на простой вопрос: сколько сейчас градусов?

Впрочем, соблюдать все эти условия необходимо в полной мере лишь для научных наблюдений. Если вы хотите знать температуру только для того, чтобы решить, надевать ли пальто или выходить в одном платье, то, конечно, такая точность не нужна. Но все же термометр, по которому вы отсчитываете температуру, надо вешать за окно, выходящее на северную сторону, и притом стараться, чтобы термометр свободно обдувало ветром.

В походных условиях, где нельзя возить с собой метеорологическую будку, можно пользоваться термометром-пращем: к термометру прикрепляется бечевка, при отсчете температуры его некоторое время быстро вращают, держа за конец бечевки. Благодаря вращению шарик термометра соприкасается с относительно большим объемом воздуха, как если бы он стоял на ветру. Есть и специальный прибор, в котором термометр обтекается струей воздуха, втягиваемого вентилятором.

Чтобы можно было сравнивать между собою результаты температурных наблюдений в различных местах, необходимо делать их в одни и те же часы по местному времени. Поэтому на метеорологических станциях всего мира наблюдения производятся в определенные часы: 1, 7, 13 и 19 часов по местному времени.

Для целей предсказания погоды на Международной метеорологической конференции в 1946 году в Париже было решено производить наблюдения в одни и те же часы по Гринвичскому времени. Независимо от этого наблюдения ведутся на станциях и по местному времени, так как они необходимы для изучения погоды и климата в данном месте.

Нормальные, средние и крайние температуры

Нередко мы слышим выражение: «температура января в этом году выше нормы...»; «май в этом году теплее нормального». Что же такое «нормальный» май или январь? Когда говорят о нормальной температуре, например, человеческого тела, мы хорошо знаем, что она колеблется у здорового человека от 36,5 до 37 градусов. Как же определить нормальную температуру воздуха и какое ей нужно придавать значение?

Мы уже упоминали о том, что наблюдения на станциях метеорологической сети производятся в основном четыре раза в

сутки. Среднее арифметическое из этих четырех наблюдений за данный день есть его средняя суточная температура. Если мы сложим все средние суточные температуры за какой-либо месяц и разделим на число дней месяца, то получим среднюю месячную температуру. Сложив все средние месячные температуры и разделив их на 12, получим среднюю годовую температуру. А если взять целый ряд лет, выбрать из них температуру, например, для 25 мая каждого года, сложить эти цифры и разделить на число лет, то это и будет «нормальная» температура для 25 мая. Таким путем можно найти нормальные температуры для любого дня. Сумма всех годовых температур, деленная на число лет, даст нормальную годовую температуру.

«Нормальной» можно назвать температуру дня, месяца или года лишь тогда, если она получена из большого числа лет. Если мы сравним между собой, например, температуру, взятую в среднем из трех лет, с температурой, взятой за другое трехлетие, разность будет гораздо больше, чем между температурами двух десятилетий. Это вполне понятно: чем больше берется лет, тем меньше влияют на средние величины различные случайные отклонения.

За нормальный период, который определяет надежные, с точки зрения метеорологии, месячные и годовые нормы, условились считать пятидесятилетний период — с 1891 по 1940 год.

Какое же реальное значение имеют эти нормальные температуры? Здесь дело обстоит не так, как с нормальной температурой у человека. Нормы в метеорологии, как и во многих других науках, — это некоторые условные величины, которые служат главным образом для сравнения. Если мы будем сравнивать температуру какого-нибудь одного дня в Ленинграде и Ташкенте, то может оказаться, что в Ленинграде теплее (так и было, например, в некоторые дни июня 1953 года, когда на севере СССР стояла исключительно теплая погода). Но если мы возьмем нормы для Ташкента и Ленинграда, то первые будут значительно выше. Точно так же, если мы будем рассматривать один пункт, например Ленинград, и сравнивать для него различные месяцы, то в среднем в Ленинграде январь и февраль будут холоднее декабря. В отдельные же годы ленинградский декабрь может оказаться холоднее января или февраля.

Заметим, что для получения нормальной температуры каждого данного дня нужно даже не 50, а гораздо больше лет. Если мы изобразим на чертеже кривую, которая представляет ход средних суточных температур изо дня в день в Ленинграде, например, за 150 лет, то увидим, что она идет не плавно, а дает ряд зигзагов, хотя в общем следует ходу основной плавной кривой, проведенной по месячным средним. Если бы было взято не 150 лет, а меньше, зигзаги были бы еще значительнее. Между тем кривая, построенная на основании месячных

средних, имеет правильный ход при сравнительно небольшом числе лет. Такие зигзаги не удивительны: мы знаем, как сильно отличается температура одного и того же дня в различные годы. Одно время в бюллетенях Главной физической обсерватории ежедневно с 1743 года печаталась наименьшая и наибольшая температура, какая наблюдалась в этот день в Петербурге. Если проследить эти отклонения температуры, то окажется, что разность между наибольшей и наименьшей температурой дня всего больше весной и осенью. Зимой и особенно летом температуры более устойчивы.

Со средними величинами нужно вообще обращаться осторожно, помня, что это — величины условные. Вы знаете, например, что тень, отбрасываемая Землею, в среднем короче, чем расстояние от Земли до Луны, однако это не значит, что лунные затмения невозможны, потому что в наибольшем своем значении эта тень длиннее расстояния до Луны.

Для характеристики температурных условий местности очень важны и крайние температуры — самые высокие и самые низкие. Они являются необходимым дополнением к средним величинам. Например, представим себе, что в одном месте ночи холодные, а дни теплые, в другом — разница между днем и ночью смягчена. Средние температуры обоих этих мест могут быть близки между собою, а между тем их климатический характер совершенно различен. Точно так же два места, из которых одно отличается жарким летом и холодной зимой, а другое — прохладным летом и мягкой зимой, могут иметь одинаковую среднюю годовую температуру.

Мы не станем разводить культуры, которые боятся мороза, в местности, где наименьшие температуры опускаются значительно ниже 0° , и не будем планировать лыжные состязания там, где даже в самые холодные дни не бывает мороза.

Разность между самой высокой и самой низкой температурой за сутки называется «суточным ходом температуры». Само собой понятно, что в ясный день суточный ход больше, чем в пасмурный, потому что днем при беспрепятственном доступе солнечных лучей получается более сильное нагревание, а ночью от излучения — более сильное охлаждение. Точно так же суточный ход больше в континентальных местностях, чем на берегах морей и океанов: вода — запасливый хозяин — сберегает не только летнее тепло на зиму, но и дневное на ночь. В тропических странах близ моря разность дневных и ночных температур очень незначительна. Это чувствуется даже у нас на Черноморском побережье: ночью хотя и прохладнее, чем днем, но все же бывает жарко. А в тропиках, на берегах океана, ночью почти так же жарко, как днем.

Иное дело в глубине континента. В Средней Азии днем стоит палящая жара, а ночью нередко бывает по-настоящему холодно.

Известный путешественник Н. М. Пржевальский наблюдал в Центральной Азии при восходе солнца 2—3 градуса ниже нуля, а днем 30 градусов тепла и выше.

От резких перемен температуры в пустынях трескаются скалы и разрушаются даже самые стойкие горные породы.

Интересно, как отражаются такие температурные скачки на животном и растительном мире: «Замечательно, что растения в борьбе за существование приспособились переносить без особого вреда некоторые крайности климата», — пишет путешественник П. К. Козлов. — «Днем при повышенной температуре они развиваются, ночью же или вообще в холодное время словно засыпают. Трудно верится, что в один и тот же июньский день в одном и том же месте долины в северо-восточном Тибете путешественник может наблюдать летней ночью зимний пейзаж, а в полдень или немного позже — картину настоящего лета. Действительно, выпавший ночью снег иногда парализует растительную и животную жизнь на несколько часов, земная поверхность закрывается снегом, не видно ни пищух, спрятавшихся в норки, ни соек, ни выюрков, не слышно также ни голосов жаворонков, ни жужжания насекомых, будто все исчезло, вымерло. Но вот из-за облаков стало проглядывать горячее солнце, снег тает, мало-помалу открываются лужайки, растения поднимают головки и раскрываются цветы. Пищухи выскакивают из своих норок, вылетают выюрки и сойки и один за другим выползают жуки, шмели и другие насекомые, — словом, природа вновь оживает».

Как меняется температура с высотой

В XIX веке исследователи посвятили немало сил изучению изменений температуры воздуха в зависимости от высоты над поверхностью земли. Поднимаясь на высокие горы, совершая полеты на воздушных шарах, ученые брали с собой термометры и следили за ходом температуры по мере увеличения высоты. Из этих наблюдений выяснилось, что в среднем температура падает приблизительно на 0,5—0,7 градуса на каждые 100 метров подъема.

Однако такое падение температуры устанавливается только с некоторого уровня над земной поверхностью, на высоте около 500—1000 метров. У самой земли, особенно летом, которая в жаркие дни очень сильно нагревается, падение температуры с высотой может быть гораздо больше; оно может составить даже до 3—4 градусов для разности уровней в несколько сантиметров. Такое изменение температуры имеет большое значение для сельского хозяйства. Температура в толще посевов, на различной высоте над поверхностью земли, будет совсем не такой, как в метеорологической будке на высоте двух метров. Именно поэтому для изучения влияния различных метеорологических

условий на посе­вы устраиваются спе­циальные станции или про­водятся спе­циальные на­блюдения.

Вследствие па­дения тем­пературы с вы­сотой и рас­тительность на вы­соких го­рах распо­лагается яру­сами, чере­дование ко­торых на­поминает смену рас­тительности при пере­ходе от юга к се­веру. На­чала на скло­не встре­чаются бо­лее тепло­любивые по­роды, за­тем идут де­ревья, сво­йственные у­меренным и хо­лодным по­ясам; еще вы­ше они усту­пают ме­сто лу­гам и тра­вянистым по­лям, а на вер­шинах ле­жат вечные сне­га и льды, как в по­лярных стра­нах.

Иногда ход тем­пературы с вы­сотой «пере­ворачивается»: вме­сто по­холодания ста­новится теп­лее. Это очень ча­сто на­блюдает­ся зимой в ясную и без­ветренную по­году: зем­ля и ниж­ние сло­и воз­духа си­льно ох­лаждаются от лу­чеиспус­кания, и это ох­лажде­ние ино­гда рас­пространя­ется вверх на не­сколько де­сятков и да­же сотен ме­тров, а вверху оста­ется бо­лее теп­лый воз­дух. Если же ду­ет ветер, он пе­ремешивает воз­душные сло­и и не да­ет хо­лодному воз­духу застаивать­ся у зем­ли; обла­ка пре­пят­ствуют по­тере теп­ла излу­чением. По­этому в пас­мурную и ве­тренную по­году тако­го «об­ра­щения» или, как го­ворят, «ин­версии» тем­пературы у зем­ли не бу­вает.

Иной ха­рактер но­сят ин­версии, ко­торые по­стоянно на­блю­даются в го­рах. Ох­лажден­ный воз­дух сте­кает по скло­нам в ни­зины и там за­стаивается. Вспом­ним, что не­редко в ле­тние ве­чера при спус­ке да­же с не­высокого хол­ма мы ясно ощу­щаем по­холо­дание. Тем бо­лее зна­чительно по­вышение тем­пературы с вы­сотой в го­рных ме­стностях. В от­дельных слу­чаях оно мо­жет дос­ти­гать очень бо­льших ве­личин. На­пример, в Хи­бинах в фе­в­рале 1936 г. был слу­чай, ко­гда ми­нимальная тем­пература в се­лении Го­рные Хибины на вы­соте 760 ме­тров была на 27 гра­дусов вы­ше, чем в Ниж­них Хи­бинах на вы­соте 130 ме­тров. Пра­вда, та­кие слу­чаи очень ред­ки. В Во­сточной Си­бири при очень си­льных мо­розах бы­вало, что вни­зу в Ве­рхоянске тем­пература па­дала до —50 гра­дусов, а на Се­меновском руд­нике в го­рах, на вы­соте око­ло 1000 ме­тров, мо­роз не дос­тигал и —30 гра­дусов. «Об­ра­щение» тем­пературы в го­рах ча­сто бу­вает не ис­ключением, а пра­вилем, так что не толь­ко в от­дельные дни, но и в сре­днем на скло­нах зна­чительно теп­лее, чем вни­зу. Так, в Го­рных Хи­бинах сре­дняя тем­пература в хо­лодное вре­мя го­да поч­ти на 6,5 гра­дуса вы­ше, чем в Ниж­них.

Есте­ственно, что та­кая ин­версия тем­пературы ска­зывается и на рас­тительности. Де­ревья вес­ной рас­пускаются на скло­нах ран­ьше, чем вни­зу в до­лине. Там, где ин­версии осо­бенно ча­сты, мо­жно ви­деть и «пе­реверну­тые» яру­сы рас­тительности: в низине рас­тут не бо­ящиеся мо­розов со­сна и бе­ре­за, вы­ше — дуб, по скло­нам вверху — ли­па и кле­н, то­гда как обы­чно смена дре­вес­ных по­род об­ратная.

Ослабление морозов на горных склонах сравнительно с низинами отмечено, например, в районе Сочи и Сухуми; зимой в ясную погоду на некоторых более высоких станциях заморозки бывают реже и слабее, чем внизу. Это учитывается при выборе места для посадки мандаринов и апельсинов, которые особенно боятся заморозков.

Где на Земле всего теплее и всего холоднее?

Где самое холодное и самое теплое место на земном шаре?

Задавая этот вопрос, нужно различать, имеем ли мы в виду самую высокую и самую низкую среднюю температуру или те крайние отклонения в ту или другую сторону, которые наблюдались где-либо в отдельных случаях.

По средним температурам самое теплое, вернее жаркое, место — это Массауа на Красном море, где средняя годовая температура близка к $+30$ градусам, причем ее колебания от зимы к лету очень невелики. Трудно представить себе, как можно жить в таких температурных условиях.

Самая сильная жара бывает в южных пустынях. В Сахаре, в Судане, в пустынях Австралии летом нередко наблюдались температуры до $+55$ градусов. В Долине Смерти в Калифорнии в июле 1913 г. было отмечено $+57$ градусов. В сентябре 1822 года в Северной Африке близ Триполи было отмечено даже $+58$ градусов. В СССР самым жарким местом является Термез на Аму-Дарье, где иногда наблюдаются температуры до $+50$ градусов.

Почва, особенно сухой песок, нагревается значительно сильнее, чем воздух. На юге СССР, в пустынях Центральной Азии, академик В. А. Обручев неоднократно наблюдал температуры до $+70$ градусов. В условиях тропиков почва может нагреваться до $+80$ градусов. Немудрено, что здесь в песке можно печь яйца, а ходить босиком невозможно — песок жжет ноги даже через кожаную подошву.

Самые холодные места земного шара, как и следует ожидать, лежат в полярных странах; однако не нужно думать, что полюсы холода обязательно совпадают с географическими полюсами. В северном полушарии имеется два полюса холода. Один полюс холода лежит в Оймяконе в верховьях р. Индигирки, где наблюдались температуры -70 градусов. Оймякон расположен в котловине между высокими хребтами гор, в которой застаивается холодный воздух. Температуры такого же порядка, до -67 градусов и -68 градусов отмечаются в Верхоянске; немногим меньше морозы в Якутске. Второй полюс холода — внутренние области Гренландии, где экспедицией А. Вегенера было отмечено -65 градусов; условия выхолаживания здесь таковы, что возможны и еще более низкие температуры. На самом северном

полюсе температуры значительно выше, потому что он расположен в океане, который смягчает зимнюю стужу, даже несмотря на ледяной покров.

В южном полушарии полюс холода находится в центральной высокой части ледяного щита Антарктиды, причем холода здесь значительно превосходят Гренландские. На советских станциях Комсомольская и Советская в 1956—1960 годах неоднократно наблюдались температуры ниже -70 градусов; а самая низкая температура была $-87,4$ градуса. Бывали дни, а иногда несколько дней подряд, когда термометр не поднимался выше -80 градусов.

Антарктика — полюс холода для всего земного шара и по крайним, и по средним температурам; несколько уступает ей Гренландия. В Якутии же, несмотря на крайне холодную зиму, годовые средние не могут падать до очень низких величин, так как лето там хотя и короткое, но теплое: в июле температура иногда доходит и до $+35$ градусов.

Средние январские температуры в Якутии составляют -51 градус. Значит, обычными здесь являются такие морозы, каких в Европе не знают. В средней полосе СССР, в Москве и в Ленинграде морозы -30 градусов случаются не часто. Но сибирские морозы переносятся легче, чем у нас, потому что они почти всегда сопровождаются безветрием. Морозы Антарктики особенно страшны из-за сильных ветров.

При морозах, доходящих до -50 градусов, влажное дыхание человека сразу замерзает и слышится своеобразный треск, похожий на шум пересыпаемого зерна или сена. Якуты дали этому шуму название «шепот звезд», может быть, потому, что такие холода чаще всего бывают при ясном звездном небе. Это явление описано Н. А. Лесковым в его рассказе «На краю света»:

«Настала такая невозмутимая тишина, что я слышал свой собственный пульс внутри себя и свое дыхание: оно как-то шумит, как сено, а если сильно вздохнуть, то точно электрическая искра потрескивает в невыносимо разреженном морозном воздухе, таком сухом и холодном, что даже мои волосы на бороде насквозь промерзли, кололись, как проволока, и ломались».

Морозный воздух, конечно, вовсе не разрежен, но писатель передал, очевидно, свое ощущение — человеку кажется, что он задыхается, как если бы дышал в разреженном воздухе.

Морозы Антарктики создают чрезвычайно тяжелые условия для жизни и работы зимовщиков. При морозе -80 градусов замерзает жидкое топливо, керосин напоминает мокрый снег, лед становится таким твердым, что его нельзя распилить. Работать на воздухе при таких условиях можно всего 15—20 минут, притом в специальных обогреваемых костюмах и масках. Морозы особенно тяжело переносятся в Антарктике из-за постоянных ветров, нередко достигающих силы урагана. Правда, они осо-

бенно свирепствуют на побережье, где морозы не так сильны, как на внутреннем ледяном щите, но при ветре 40—50 метров в секунду даже мороз —5 градусов очень и очень дает себя знать.

Сопоставляя самую низкую температуру —87 градусов и самую высокую +60 градусов, получаем, что пределы, в которых колеблются температуры на земном шаре, составляют почти 150 градусов.

Волны тепла и холода

В умеренных широтах, особенно в Европе, очень большие изменения в температуре и вообще в погоде происходят от смены воздушных течений.

Воздух над поверхностью земли находится в постоянном движении. Для каждого данного места далеко не безразлично, дует ли ветер с юга или с севера, из ледяных просторов Арктики или с теплого моря.

Резкие изменения погоды, которые так часто наблюдаются в наших широтах, зависят от смены воздушных масс. Под воздушными массами разумеются очень большие объемы воздуха, в горизонтальном протяжении до нескольких тысяч километров; они образуются над различными местами земной поверхности и в зависимости от этого обладают различными свойствами. Массы, образовавшиеся над полярными льдами, бывают холодными, образовавшиеся в тропиках — теплыми. Воздушные массы не находятся в покое, они все время перемещаются и, проходя над земной поверхностью, в известной степени изменяют свои свойства, нагреваясь и высушиваясь над пустынями, приобретая влагу над морями. В то же время они оказывают влияние на атмосферу тех мест, куда они приходят. В обыденной жизни говорят: «ветер переменялся», когда вдруг после сильного мороза начнется оттепель или после жаркой погоды пойдут холодные дожди. И действительно, в громадном большинстве случаев такие перемены погоды зависят от смены ветров, связанных с перемещением воздушных масс. Волны тепла обычно приходят с запада, с теплого Атлантического океана. Наоборот, с севера и из сильно охлажденных зимой пространств Сибири перемещаются холодные волны, иногда сразу понижающие температуру воздуха на 10—15 градусов. Чаще всего резкие смены погоды бывают весной и осенью. Нередко холодные волны проникают далеко на юг; в разгар весны выпадает снег даже на Черноморском побережье и в Крыму, и нередко гибнут будущие урожаи чувствительных к морозу плодов.

Холодные или теплые волны обращали на себя внимание и в те времена, когда точных наблюдений температуры еще не велось. Мы находим сведения о них в русских летописях, потому что такие необычайные скачки температуры, особенно ее резкие

понижения, гибельно отзывались на сельском хозяйстве. Например, в летописях 1419 года говорится о том, что в Новгородской области с 13 сентября шел снег 3 дня и 3 ночи и повредил еще неубранный хлеб. В 1435 году в конце июля мороз побил хлеб в поле. В 1466 году «от великих морозов, случившихся 29 июня, все полевые растения погибли» (Новгородская и Устюжская провинции). В Соликамской летописи, уже значительно позднее, есть такие сведения: «5 июня (1735 г.) был в Соликамске такой мороз со снегом, что крестьяне, шедшие из деревень в город, померзли». Это, конечно, исключительные случаи. Возможны здесь и некоторые преувеличения, но такие записи представляют большой интерес как свидетельства о катастрофических похолоданиях, бывших в давние времена.

Интересное распределение температур было в Европе в январе 1880 года, когда в Париже и Вене стояли морозы до -25° градусов, а в Норвегии и в Петербурге — оттепели до 0° , потому что на северо-запад Европы распространился теплый поток из Атлантики, а на юге установилась холодная область высокого давления. В 1908 году в Петербурге, после многих теплых дней в конце мая, когда уже зацвела сирень, неожиданно подул холодный северный ветер и пошел снег, который лежал на улицах целый день. А в 1924 году, напротив, в январе наступила такая оттепель, что вскрылась уже замерзшая Нева. На Кавказе в это же время прошла холодная волна с северо-востока и погибло много фруктовых деревьев.

В марте 1956 года в Риме, где обычно в это время начинается теплая погода, а снег представляет редкость даже зимой, стояла несколько дней настоящая зима. Снег падал и лежал на улицах, покрыв листья пальм и вечнозеленых растений. Прохожие играли в снежки, и даже ватиканские монахи увлекались этой необычной игрой.

А вот один из наглядных примеров теплой волны. Декабрь 1932 года отличался сильными морозами в восточной части европейской территории СССР. 27 декабря в 7 часов утра в Казани было -40° градусов. В Москве, находившейся в это время в теплом воздушном потоке, был 0° . Но на другой день эта теплая масса распространилась к востоку, и температура в Казани также поднялась до 0° . За одни сутки получился скачок в 40 градусов! Подобные же случаи наблюдались и в других местах. Чем дальше от моря, тем резче бывают такие скачки, потому что море умеряет крайности. В Ленинграде изменения температуры от одного дня к другому, как правило, не превышают $15-20^{\circ}$ градусов, но и это не мало!

Совсем недавно — весной 1959 года — жители средней полосы СССР переживали резко выраженную смену теплой и холодной волны. Весна в этом году выдалась ранняя, а в половине апреля благодаря теплomu потоку воздуха с Атлантики наступила по-

года, рекордная для этого времени: в Москве и Ленинграде температура днем доходила до $+20$ градусов, что не наблюдалось уже 70—80 лет. Зазеленела трава, быстро стали набухать почки на деревьях. Но вот теплая волна сменилась северным холодным потоком: 18 апреля в Ленинграде днем было уже только 12 градусов, а 19 апреля с утра пошел снег, температура упала до -2 градусов. Снег шел весь день и часть ночи на 20 апреля при температурах до -3 градусов, так что на окраинах города можно было любоваться зимним пейзажем. Как раз в половине апреля открылось воздушное сообщение на скоростном самолете «ТУ-104 Б» между Ленинградом и Москвой. Пассажиры, которые сели в самолет в Москве теплым весенним утром, одетые по-летнему, через час оказались в условиях настоящей зимы с вьюгой и холодными северо-восточными ветрами! Кстати, ледовый сезон в то время в основном уже прошел, на Неве открылась навигация, так что его нельзя было обвинять в этой «игре природы». Через два дня волна холода, перемещаясь на юго-восток, достигла Москвы, где также наступило похолодание до -2 градусов, и, постепенно ослабевая, захватила Украину и Среднюю Волгу. Затем началось постепенное потепление, и конец апреля был снова ясным и теплым.

17 и 18 марта 1961 года в Лондоне наблюдалась рекордная температура — до $+25$ градусов, что не так часто бывает в Англи даже летом. Но всего через два дня, 20 марта, приток холодного воздуха с севера вызвал снежные бури, ледяной ветер и падение температуры ниже 0° .

Еще недавно утверждали, что в полярных странах погода всегда устойчиво холодная и волны тепла туда не проникают. Между тем, уже один из первых исследователей севера Сибири и Арктики Ф. П. Врангель приводил примеры резких изменений температуры при юго-восточных ветрах в Нижне-Колымске, когда вдруг среди жесточайшей зимы сорокаградусные морозы сменялись оттепелью, так что в окнах таяли льдины, заменявшие в те времена оконные стекла.

Систематические исследования, которые были проведены в Арктике и Антарктике в конце 40-х и начале 50-х годов XX века, показали, что и в полярные страны могут проникать сравнительно теплые течения с юга, резко повышая температуру. Так, во второй декаде декабря 1954 года после очень сильных морозов на одной из станций «Северный Полюс» температура повысилась до -11 градусов, а через 3 дня вновь упала до -40 градусов; в третьей декаде она опять поднялась до -5 градусов, а через сутки вновь установился мороз до -35 градусов. В Антарктике бывают такие же скачки температуры. На американской станции «Южный полюс» в мае 1957 года температура за сутки повысилась с -69 до -46 градусов, т. е. на 23 градуса. Таких примеров можно привести немало.

В зависимости от преобладания теплых или холодных воздушных масс может изменяться характер погоды для целых месяцев, сезонов и даже лет, и такие изменения могут быть очень значительны. Например, в Ленинграде, для которого имеется очень большой ряд надежных наблюдений, можно проследить, как резко меняются средние температуры. Разбирая характер ленинградских зим, известный климатолог А. И. Воейков писал: «Колебания зимних температур в Петербурге так значительны, что в иные годы они как бы переносят нас в климат наших южных пределов, в другие годы — в климат крайнего севера. Средняя температура зимы в Петербурге — 8 градусов, тогда как в зиму 1871 года она достигла — 14,6 градуса. Такое отклонение от нормы соответствует перенесению в нашу столицу климата Новой Земли под 74° северной широты. Зима 1842-43 года имела среднюю температуру только — 1,5 градуса, т. е. была несколько теплее средней температуры зимы в Одессе».

Исключительно теплой была зима 1960-61 года едва ли не во всей северной Европе, включая европейскую часть СССР.

Ледяной дом

Необычайными холодами отличалась в Петербурге зима 1739-40 года. Морозы начались уже в декабре. К новому 1740 году по приказу императрицы Анны Иоанновны на Неве между Зимним дворцом и Адмиралтейством был построен ледяной дом, предназначенный для празднования свадьбы царского шута и шутихи. Дом был выстроен из ледяных плит и имел 3 сажени в высоту. Все в нем было из льда: около дома стояли две ледяные пушки, из которых можно было стрелять ледяными ядрами; два ледяных дельфина и ледяной слон извергали из пасти горящую нефть; фронтон дома был украшен ледяными статуями; ледяными были и кровать, одеяло, халаты для новобрачных, колпаки, чепцы, туфли. 23 февраля 1740 года была отпразднована свадьба. Дом простоял до конца марта.

Эта нелепая и жестокая затея характерна для нравов того времени, но для нас факт сооружения ледяного дома, продержавшегося на Неве до весны, интересен тем, что говорит о крайне суровой зиме. Академик Г. Ф. Крафт посвятил этой зиме книгу, в которой подробно описал и ледяной дом, приложив даже его план. Книга называется «Подлинное и обстоятельное описание построенного в С. Петербурге в 1740 г. ледяного дома и о бывшей во всей Европе жестокой стуже, сочиненное для охотников до натуральной науки». Крафт подробно разбирает в своем сочинении зиму 1739-40 года. Он насчитал за всю зиму 91 день с сильными морозами. Самая низкая температура — 45,5° С была отмечена им 6 февраля 1740 года (новый стиль).

что совершенно необычно для Петербурга. Нужно сказать, что зима эта была очень суровой по всей России и даже в Западной Европе. Во многих местах не только померзли фруктовые деревья, но в лесах раскололись от мороза дубы, клены и березы; замерзли люди и скот.

Академик Крафт старался выяснить причину таких жестоких морозов. Не имея понятия о холодных и теплых волнах, о воздушных потоках полярного происхождения, он высказал мнение, что в воздухе набралось много селитряных паров, «принесенных восточным ветром из великой Татарию». Никаких селитряных паров, конечно, не было, но устойчивый восточный ветер из «Татарию» — Сибири — несомненно играл роль в этих необычайных холодах.

Очень низкими температурами отличалась на севере также зима 1759 года. Морозы доходили до —40 градусов. Этот год замечателен тем, что Ломоносов и Браун именно в эту зиму произвели свои знаменитые опыты над замерзанием ртути. Есть сведения, что еще за 25 лет до этого, в 1734 году, замерзание ртути наблюдал в Томске казак Саломатов, которому было поручено вести наблюдения во время Великой северной экспедиции. Саломатов сообщил в Академию наук: «Из барометров от тех великих морозов ртуть смерзается кусками, а в термометрах входит вся вниз из прилежащих частей в яблоко, однако-ж не в большие морозы опять ~~по~~прежнему становится». Академия на это ответила Саломатову, что, очевидно, его приборы испортились, «а иначе сие сделаться не может». Только в 1759 году Ломоносов и Браун с несомненностью установили факт замерзания ртути во время сильных декабрьских морозов.

Год на год не приходится

Сильными холодами отличалась в нашей стране зима 1812-13 года во время нашествия Наполеона, которое окончилось для французов столь бесславно. Морозы окончательно погубили разбитую французскую армию. Они начались очень рано. Уже 6 декабря в Молодечно отмечался мороз до —37 градусов.

Очень суровой была зима 1939-40 года; в средней полосе СССР и на севере температура опускалась до —42 градусов. Это была самая низкая температура для Москвы за много лет наблюдений. В Ржеве наименьшая температура была —47 градусов, в Малоярославце —48 градусов — настоящие сибирские морозы.

Очень холодной была также зима 1941-42 года во время блокады Ленинграда — в первый год Великой Отечественной войны.

С другой стороны, на нашей памяти зима 1947-48 года отличалась исключительно теплой погодой почти на всей Европейской части СССР. В Москве за весь ноябрь и декабрь 1947 года

температура не опускалась ниже —8 градусов, тогда как обычно в эти месяцы она понижается до —20 градусов. На Украине отмечалась температура 9—15 градусов, на Северном Кавказе она временами держалась около 21 градуса.

Теплой была в северо-западной части СССР зима 1951-52 года, когда даже в декабре и январе нередко шли дожди. Такими же «сиротскими» были зимы 1956-57 и 1958-59 годов. Следует также отметить теплый конец ноября и особенно начало декабря 1953 года в северо-западной и центральной европейской части СССР. В первой декаде декабря в Москве температура доходила до +8,7 градуса. Такого тепла не наблюдалось с 1893 года.

В Крыму в 1948 году была необычайно ранняя весна; уже в конце января зацвели миндаль, абрикосы и начались полевые работы. Однако позднее опять наступили холода, и «настоящая», прочная весна началась только в марте.

Весна 1954 года была исключительно холодной на всем юге СССР. В Крыму близ Симферополя еще в марте местами лежал снег.

Летом в наших широтах также возможны значительные отклонения температуры от одного года к другому. В северо-западной части Советского Союза очень теплым было лето 1920 года, а также 1921 года, когда весна началась на редкость рано, так что сирень, яблони и каштаны уже зацвели в начале мая, тогда как обычно они зацветают в первой декаде июня. Очень жарким в Ленинграде и в средней полосе страны был 1914 год, когда началась первая мировая война. Наоборот, в 1928 году лето было таким холодным и дождливым, что этот год получил название «год без лета».

глава
ЧЕТВЕРТАЯ

Важность



Воздух содержит водяной пар — воду, которая под действием солнечного нагревания испаряется с поверхности океанов, морей, рек, озер; испаряют воду и зеленые растения.

Количество водяного пара, который находится в воздухе, может быть самое различное. Но есть все же предел, и если количество пара в воздухе превышает этот предел, то избыток выделяется в виде жидкой воды (дождь, туман, роса) или в твердом состоянии (град, иней, снег, гололед, изморозь).

Водяной пар — это невидимый газ. В обыденной жизни говорят очень часто, что из кастрюли идет пар или в морозный день пар выходит изо рта человека. Но это неправильно. Такой видимый пар — уже не газ, а скопление мельчайших капель жидкой воды, как и туман.

От чего же зависит предельное количество водяного пара, которое может находиться в воздухе? Это количество, как многие уже знают из физики, зависит от температуры воздуха: чем выше температура, тем больше воды в виде пара может содержать воздух.

С увеличением температуры предельное количество водяного пара растет очень быстро. При 15 градусах оно составляет около 1,5 грамма на кубический метр воздуха. При 0° оно уже близко к 5 граммам, а при 40 градусах — немного более 51 грамма. Количество пара, которое может содержаться в воздухе жарких стран, весит, стало быть, примерно 50 граммов, а это уже довольно заметный вес.

Когда в воздухе находится столько водяного пара, сколько он может содержать при данной температуре, пар называют «насыщенным», а чаще в этом случае говорят «насыщенный воздух».

Воздух при любой температуре не всегда содержит предельное, насыщающее количество водяного пара. Очень часто пара в нем значительно меньше, чем требуется для насыщения. Чем меньше в воздухе пара, тем, очевидно, воздух суше. Отношение количества водяного пара, которое фактически содержится в воздухе, к тому количеству, которое необходимо для насыщения

при данной температуре, принято называть относительной влажностью.

Относительную влажность выражают в процентах. Для насыщенного воздуха она равна 100%; для воздуха, который совсем не содержит водяного пара, она равна нулю. Абсолютная же влажность выражается числом граммов водяного пара на кубический метр воздуха.

Для обыденной жизни большое значение имеет относительная влажность. Именно она определяет то, что мы называем «сухостью» или «сыростью» воздуха. При одном и том же содержании водяного пара воздух может быть «сухим» при высокой температуре и «сырым» при низкой, так как в первом случае он дальше от насыщения. Точно так же при одной и той же температуре воздух будет «сухим», если содержит мало водяного пара, и «сырым», если содержание водяного пара велико.

Таким образом, относительная влажность зависит и от абсолютной влажности, т. е. количества влаги в воздухе, и от температуры воздуха. В знойных пустынях воздух обычно сухой, хотя содержание влаги в нем иногда довольно значительно. На берегах морей температура ниже, а содержание влаги больше, и потому мы ощущаем «влажное тепло». В бане температура очень высока, но вследствие обилия воды там все время поддерживается насыщенное состояние воздуха. Поэтому там стоит туман, состоящий из мельчайших капелек воды. Этот туман так же неправильно называется «паром», как и «пар», идущий из кастрюли или из трубы паровоза. Это не пар, а вода в жидком состоянии, в которую сгущается пар, когда воздух перешел через точку насыщения.

Содержание воды в воздухе, или абсолютная влажность, бывает больше всего вблизи морей и больших водоемов. Оно выше летом, чем зимой; выше днем, чем утром и вечером. Относительная влажность, наоборот, зимой вследствие низкой температуры, как правило, больше, чем летом, и имеет минимум днем. Эти нормальные условия могут нарушаться в отдельных случаях: при большой жаре летом количество влаги в воздухе может быть так велико, что воздух оказывается близким к насыщению — мы говорим «душно», а не просто «жарко»; и наоборот, зимой при очень сильных морозах воздух бывает необычно сухим.

Овечья шерсть предсказывает погоду

Когда относительная влажность воздуха велика, можно с большой вероятностью ожидать дождя. Пастухи в горах и в степях иногда удачно предсказывают погоду по шерсти своих овец. Шерсть легко вбирает влагу из воздуха и становится сырой, если воздух близок к насыщению. Пошупав шерсть овец и за-

метив, что она сырая, пастухи нередко и в хорошую погоду могут предсказать наступление дождя или тумана.

Растительные волокна, из которых вяжутся веревки, имеют свойство разбухать во влажном воздухе. Узлы, стянутые в сухую погоду, становятся более тугими при увеличении влажности. Поэтому, когда моряки замечали, что узлы канатов стало труднее развязать, они ожидали наступления ненастья, сырой или туманной погоды.

Средневековый физик и астроном, кардинал Николай Кузанский, живший в первой половине XV века, впервые попробовал измерить влажность. Он писал: «...Если положишь на одну чашку больших весов много сухой шерсти, а другую уравновесишь камнями в обычном месте и при обычной погоде, то увидишь, что когда воздух становится более влажным, вес шерсти увеличивается, а когда он делается более сухим, вес уменьшится. Тот, кто оценит эту разницу в свойствах воздуха, сделает истиннейшее заключение о грядущих изменениях погоды...».

На что годится женский волос?

Свойством удлиняться в сырую и укорачиваться в сухую погоду обладает и человеческий волос. Изменение его длины происходит так закономерно, что он служит прекрасным измерителем относительной влажности.

Основанный на этом свойстве волоса прибор, который так и называется волосным гигрометром, состоит из обычного женского волоса, один конец которого закреплен, а другой соединен со стрелкой, которая движется по дуговой шкале с указанием значений влажности.

Идея волосного гигрометра появилась лишь во 2-й половине XVIII века. Она принадлежит французскому геологу и физiku Соссюру, который первый заметил, что длина обезжиренного человеческого волоса сильно изменяется в зависимости от влажности. Соссюр проградуйровал свой гигрометр и составил к нему таблицы; при этом он учел, что изменения длины волоса нельзя считать пропорциональными изменениям содержания влаги в воздухе.

Для практических целей гигрометр дает достаточно правильные показания. Но если нужно получить более точные определения влажности, то пользуются так называемыми психрометрами, изобретенными только в XIX веке.

Психрометр, который принят на метеорологических станциях, состоит из двух одинаковых термометров, причем шарик одного из них обвязывается батиновой тряпочкой, конец которой погружается в стаканчик с водой. Испарение с шарика, обернутого батистом, понижает температуру такого «смоченного» термометра, и он показывает меньше, чем обычный «сухой». Разность

температур позволяет определить влажность по специальным таблицам.

В походных условиях чаще всего применяется так называемый аспирационный, т. е. «всасывающий» психрометр. В нем и сухой и смачиваемый особой пипеткой термометры заключены в отполированные металлические трубки. Присоединенный к прибору вентилятор всасывает воздух и прогоняет его мимо шариков термометров. Таким путем обеспечиваются правильные показания температур, так как вентиляция уничтожает застой воздуха, а отполированные трубки отражают солнечное тепло и не дают ему непосредственно нагревать термометры. Для определения влажности по этому психрометру также имеются особые таблицы.

Будет ли ночью заморозок?

Этот вопрос интересует в первую очередь работников сельского хозяйства. Центральный институт прогнозов и местные Бюро погоды обыкновенно предупреждают о заморозках, которые ожидаются в тех или иных районах нашей страны. Кроме того, имеются признаки, по которым каждый может сам судить о вероятности наступления заморозка. Например, если вечером точка росы, т. е. температура, при которой воздух достигает насыщения, лежит выше 0° , то вероятность заморозка очень мала.

Почему это так? Потому, что если температура воздуха достигнет точки росы, то избыток влаги выделяется в виде воды, причем освобождается скрытая теплота испарения. Воздух нагревается, и его температура вообще уже не должна упасть ниже точки росы, т. е. ниже 0° . Говорим «вообще», так как возможно охлаждение от вторжения холодных волн, но здесь оно не имеется в виду, а рассматривается лишь охлаждение местного порядка.

Однако заметить точку росы очень трудно. Поэтому наблюдатели сельскохозяйственных метеорологических станций в результате многолетнего опыта вывели правила, дающие возможность судить о вероятности заморозка по температурам сухого и смоченного термометров. Замечено, например, для средней полосы СССР, что если смоченный термометр в 9 часов вечера показывает в мае и июне больше 5 градусов, в апреле и сентябре — больше 6 градусов, то заморозок мало вероятен.

Нужно только помнить, что температурные наблюдения в будке ведутся на высоте 2 метров от земли, а самая низкая температура оказывается чаще всего на земной поверхности и в ближайших к ней слоях воздуха. Если земля покрыта травой или на ней имеются посевы, то самая низкая температура бы-

вает на верхней поверхности растений, которая находится, конечно, ниже 2 метров. Но разница между температурой в будке и температурой поверхности растений обычно не более 1—2 градусов, а потому данное правило не теряет своего значения, если внести известную поправку.

Поверхность растительного покрова заменяет собой закрытую им почву и становится «деятельной поверхностью», на которой происходят все изменения, зависящие от притока и отдачи тепла. На этом основании можно, например, защитить от заморозка более низкорослые и нежные культуры, высевая вместе с ними растения более высокие и не боящиеся мороза. Так, на Украине иногда сеют коноплю среди посевов сахарной свеклы. Высокая конопля образует «деятельную поверхность», как бы принимая на себя мороз и спасая свеклу от его губительного действия.

Как происходит конденсация?

Когда в воздухе достигнут предел насыщения, водяной пар сгущается или конденсируется. Но оказывается, что конденсация возможна только в «грязном» воздухе.

Если воздух очень чист и в нем нет никаких примесей в виде пылинок, мелких частиц соли, сажи и пр., то конденсация не наступает: воздух остается пересыщенным водяным паром, иногда до 400—600%, а вода все же не выделяется.

Правда, в природе вполне чистого воздуха почти не бывает вследствие постоянного перемешивания, благодаря которому пылинки, частицы солей и продукты сгорания поднимаются в атмосферу до больших высот. Кроме того, в воздухе всегда имеются мелкие электрически заряженные частицы — ионы. На всех этих мельчайших частицах и происходит осаждение водяного пара. Они, как говорят, служат ядрами конденсации. При этом, чем крупнее частицы, тем меньшее пересыщение требуется для сгущения на них водяного пара. На частицах с диаметром около одного микрона (тысячная часть миллиметра) сгущение пара происходит уже при относительной влажности, которая немногим выше 100%. Для осаждения капель на ионах нужно пересыщение до 400% и более.

Кроме того, исследования показали, что влага легче осаждается на вогнутых поверхностях, чем на выпуклых. Наконец, конденсация зависит и от природы частиц. Частицы пыли конденсируют влагу уже при влажности, немного превосходящей 100%, а есть вещества, на частицах которых осаждаются капельки даже при влажности менее 100%, т. е. в не вполне насыщенном воздухе, — это мельчайшие частицы различных солей и кислот.

Иногда пролетающий самолет оставляет в синем небе яркий белый след. Этот след похож на длинное, узкое облачко, и по этому следу можно проследить весь путь самолета и все его повороты. Почему же образовался этот след? Влага имела в воздухе и до появления самолета, но ядер конденсации было недостаточно для ее сгущения. Выхлопные газы из мотора самолета дали большое количество частиц, на которых осела влага, и, таким образом, след самолета стал видимым.

Если влаги в воздухе мало, облачко не образуется.

Испарение

Испарение — процесс, обратный сгущению или конденсации водяного пара. Он состоит в том, что жидкая вода превращается в пар. Испаряется не только жидкая вода, но и лед, хотя этот процесс происходит значительно медленнее.

Точно так же бывают случаи, когда водяной пар, минуя жидкое состояние, сразу замерзает — превращается в лед. Это называется сублимацией.

Когда воздух насыщен водяным паром, он уже не принимает больше влаги, и если мы внесем сосуд с водой в помещение, где влажность равна 100%, вода из него испаряться не будет. Испарение в воздухе идет тем быстрее, чем воздух дальше от состояния насыщения, — чем меньше его относительная влажность.

На открытом воздухе испарение в сильной степени зависит от ветра. Чем он сильнее, тем больше испарение с поверхности земли или воды, потому что над этой поверхностью проносятся все новые массы воздуха, отнимающие у нее влагу. Всем известно, что на ветру белье сохнет скорее, чем в тихую погоду.

На испарение затрачивается тепло, и поэтому испарение сопровождается охлаждением. Наоборот, при сгущении водяных паров до состояния воды выделяется то же количество тепла, которое нужно было, чтобы при тех же условиях обратить эту воду в пар.

Во время научной экспедиции на Эльбрус летом 1927 года один из ее участников, метеоролог М. В. Былов, отметил такой интересный случай:

«23 августа после 5 часов один из нас принес ведро воды для хозяйственных нужд экспедиции из ручья, стекавшего с ледника Малый Азау. К 6 часам вода покрылась ледяной пленкой при температуре воздуха +8,8 градуса, что показывает большое земное излучение, вызванное малым содержанием водяных паров в воздухе». К этому можно прибавить: и большое испарение, которое также вызвало охлаждение воды. Этот пример лишний раз подчеркивает ту роль, какую играет в жизни земли атмосфера и, в частности, содержание в ней влаги.

При малой влажности земная поверхность не только лишена «одеяла», которое защищает ее от потери тепла излучением, но охлаждается еще и благодаря испарению.

Не приходится удивляться, что при полном отсутствии атмосферы земная поверхность могла бы охладиться до температур, какие имеет поверхность Луны.

Если мы имеем дело с поверхностью воды, то величина испарения определяется толщиной слоя воды, испарившегося за некоторый промежуток времени. Испарение вообще тем больше, чем суше воздух и чем выше его температура. Величина испарения с поверхности почвы зависит от свойств самой почвы, от того, обнажена она или покрыта растительностью, и от характера растительности. Поэтому фактическое испарение с почвы — совсем не то, что испарение с поверхности воды, которое правильнее называть испаряемостью.

В африканских пустынях с их жарой и сухостью испарение с водной поверхности равняется за год слою воды толщиной до 1 метра, тогда как в Ленинграде испаряется за год всего 220 миллиметров. Между тем, фактически в Ленинграде в теплый день с поверхности влажного луга бывает довольно сильное испарение, а с песчаной почвы в Сахаре испарения совсем нет, потому что там нечему испаряться.

На практике чаще всего приходится иметь дело именно с испарением, а не с испаряемостью.

Засуха

Солнце беспощадно жжет. День за днем проходит без дождя. Вянут и ложатся травы, желтеют на деревьях листья, земля трескается от сухости. На полях вместо сочных зеленых всходов, обещающих обильный урожай, только чахлые, редкие былинки, преждевременно выкинувшие мелкие, пустые колоски. Ягоды на кустах запеклись и ссохлись. Птицы мечутся в воздухе с раскрытыми клювами, засыхают водоемы... Засуха! Страшное бедствие, о котором повествуют еще наши древние летописи:

«Того же лета бысть ведро и жары велицы через все лето и пригоре всякое жито и всякое обилие, и озера, и реки высохша, болота же выгореша, и леса и земли горели» (Из Никоновской летописи 1162 года).

О голоде вследствие засухи 1230 года летопись говорит:

«Иные простая чадь резаху люди живые и ядаху, а друзии конину, псину, кошки, ти же мѣх (мох) ядаху, уголь, сосну, кору липову и лист ильм» (дерева ильм).

В XVIII веке засуха в различных областях России повторялась 34 раза, в XIX веке — 40 раз.

Много горя и бед испытывали русские крестьяне от засух, приносивших с собой полное разорение и часто голодную смерть, а наряду с этим — обогащение кулакам и помещикам, которые придерживали хлеб на случай голода и затем продавали его по высокой цене.

В 1901 году Владимир Ильич Ленин писал: «Опять голод! Не одно только разорение, а прямое вымирание русского крестьянства идет в последнее десятилетие с поразительной быстротой и, вероятно, ни одна война, как бы продолжительна и упорна она ни была, не уносила такой массы жертв». (В. И. Ленин. Соч., т. 5, стр. 231, изд. 4).

В 1946 году, после Великой Отечественной войны, в нашей стране наступила самая сильная засуха из всех бывших за последнее столетие; она охватила 16 областей СССР. В условиях капиталистического строя это была бы настоящая катастрофа. Но в нашем социалистическом государстве она не превратилась в народное бедствие, потому что советская страна имела достаточные запасы зерна для спасения от голода пострадавших областей.

Чем же страшны засухи для растений?

Без воды, как известно, не может существовать ни один организм. Вода входит в химический состав тканей, и только во влажной среде могут происходить все жизненные процессы. В сухом семени растения жизнь только дремлет, но себя не проявляет. Стоит, однако, семени намокнуть, разбухнуть, как в нем пробуждается жизнь и появляется росток. Вода необходима не только для питания растения, но и для роста. В питании растений роль воды огромна. Для переработки углекислоты в крахмал, сахар, жиры растению вода так же необходима, как солнечные лучи. Только свежий, не засохший и не увядший лист может создавать пищевые вещества.

«Но рядом с этой организационной водой, которую растение задерживает на свои существенные потребности, оно еще предъявляет требования на гораздо более значительные количества воды, которые, получая с одного конца, расходует с другого, — поглощая корнями, испаряет листьями. Вот эта-то расходуемая вода, только проходящая через растение, и составляет источник всех бед для растения и стоящего в зависимости от него человека», — писал К. Е. Тимирязев.

Испарение воды растениями в вегетационный период достигает громадных размеров. Подсчитано, что на каждую единицу сухого вещества, образуемого злаками, растение испаряет от 200 до 800 единиц воды и что на 1000 частей воды, прошедшей через растение, только полторы-две части ее усваиваются в процессе питания, остальное же все количество испаряется.

Таким образом, за период своей жизни растение тратит огромное количество воды. Ученые подсчитали, что для получе-

ния одного килограмма пшеничного зерна затрачивается около 1200 килограммов воды, т. е. больше тонны.

Но для чего же нужна эта «расхожая вода», только проходящая через растение и испаряющаяся с его поверхности?

Оказывается, что это испарение необходимо растению для предохранения листы от излишнего перегрева. Здесь получается как бы некоторое противоречие. С одной стороны, чтобы питаться и уловить для этого как можно больше солнечных лучей, зеленая поверхность растения должна быть развернута — растение подставляет свои листья под горячие лучи солнца. С другой стороны, растение не должно давать листьям высыхать и перегреваться. Поэтому корни непрерывно и накачивают воду в растение из почвы. К. Е. Тимирязев пишет: «Растение роковым образом вынуждено много испарять для того, чтобы успешно питаться... Растение могло бы оградить себя от опасности засухи, т. е. жажды, только обрекая себя на вечный голод».

Вот почему недостаток влаги в почве ведет к увяданию, а в дальнейшем и к засыханию растения. А недостаток влаги вызывается жарой и сухостью, т. е. очень высокой температурой и малой влажностью. При этих условиях резко повышается испарение как у растений, так и с поверхности почвы.

До тех пор, пока почва сохраняет некоторое количество влаги, даже сильная жара и сухость воздуха еще не приводят к гибели растения. Агрономы говорят тогда только о «метеорологической» засухе. Но если засушливая погода продолжается долгое время, запасы влаги в почве совершенно истощаются и наступает уже «почвенная» засуха. Растению неоткуда взять влагу для питания, роста и испарения, т. е. для охлаждения нагретой зеленой поверхности, а также и для поддержания упругости своих тканей. Оно поникает и засыхает.

Так как испарение возрастает с усилением ветра, засуха бывает еще губительнее, если она сопровождается сильным ветром, а это бывает нередко. Такие сухие и жаркие ветры называются суховеями. Метеорологи считают суховеями ветры со скоростью 5 метров в секунду и более, если при этом температура воздуха выше 25 градусов, а влажность ниже 50%.

Это еще не самый крайний предел жары и сухости. Бывают в наших степных и лесостепных областях гораздо более тяжелые засухи. В 1891 году, когда засуха охватила и нашу черноземную область и даже Московскую и Ивановскую области, температура местами доходила до 40 градусов, а влажность была менее 20%. Озимые хлеба совершенно погибли, яровые или погибли, или дали тощее зерно; выгорела и трава. Это был тот голодный год, когда в целых губерниях крестьяне вымирали от голода и болезней, сопровождавших голод, тот год, о котором писали и Толстой, и Чехов, и Короленко. Предста-

вители прогрессивной части интеллигенции, учащаяся молодежь, врачи, писатели ехали «на голод», по мере возможности помогать населению; устраивали бесплатные столовые, медицинские пункты, но это было только каплей в океане народного бедствия. Эта засуха была особенно тяжелой потому, что ей предшествовали сухая осень и бесснежная, очень холодная зима.

При засухе 1901 года в Поволжье, в черноземной полосе и на Украине за весь июнь выпадали лишь ничтожные дожди, а местами их и совсем не было. Температура воздуха доходила до 35—39 градусов, от жары трескалась земля и обжигала ноги. Совершенно пересохли не только болота, но и небольшие озера. В этом же году необычайная жара стояла и в Западной Европе, и в США.

В 1946 году засуха на большом пространстве Европейской части СССР сопровождалась сильными суховеями, доходившими до 4—8 баллов. Температура держалась около 30—36 градусов, влажность была менее 20%, что и вызвало сильное испарение и привело к гибели урожая.

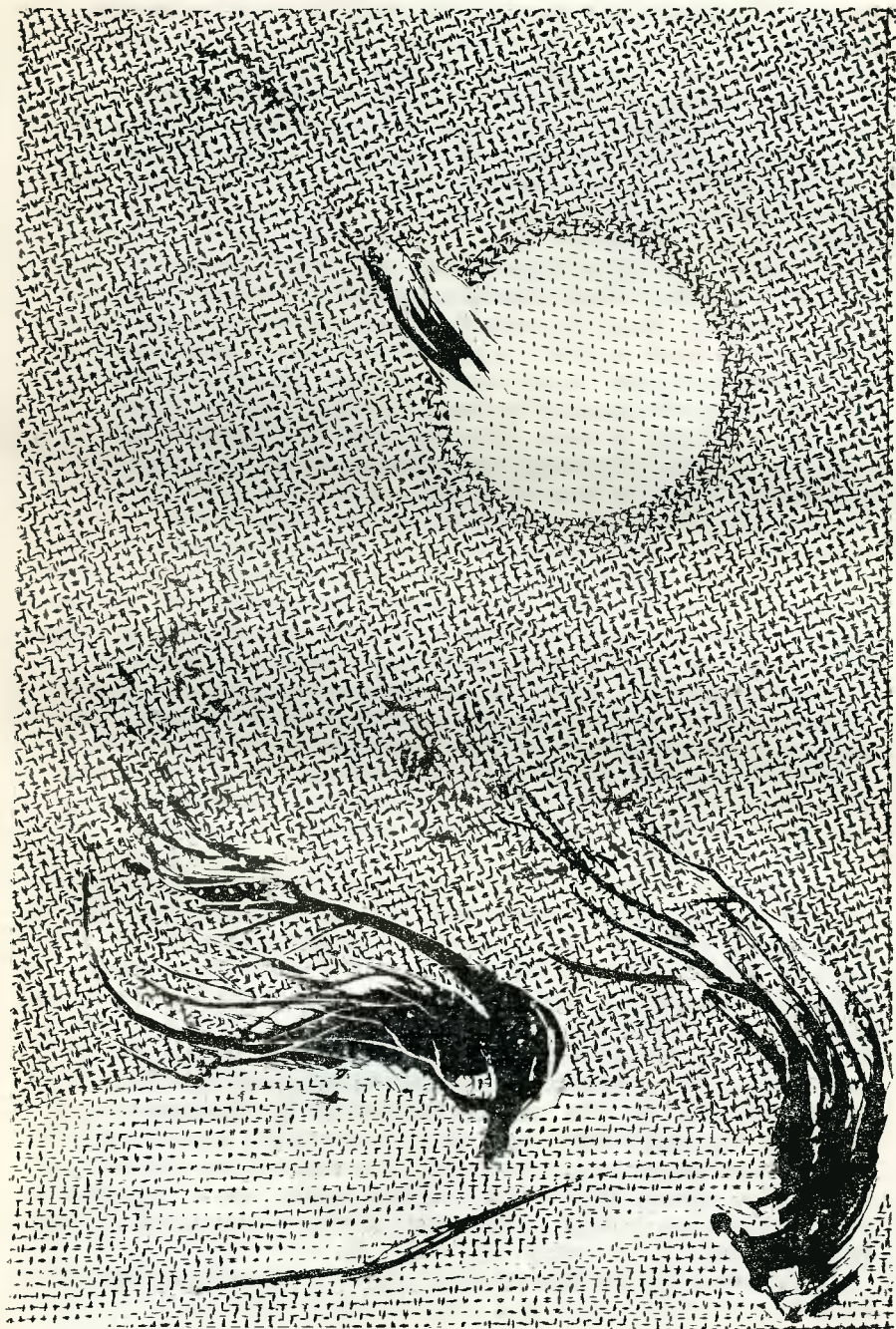
Засухи и суховеи зависят главным образом от вторжения воздушных масс с севера. Вследствие низкой температуры этот воздух содержит малое количество влаги. В более низких широтах он постепенно прогревается, и его относительная влажность падает, так что он становится еще более сухим.

Засухи бывают связаны и с антициклонической погодой, когда небо ясно и солнце беспрепятственно нагревает земную поверхность. Нисходящие движения воздуха, свойственные антициклону, содействуют уменьшению влажности и не дают образоваться облакам.

Бороться с атмосферными процессами, которые вызывают засуху, человеку пока не под силу. Иное дело — борьба с ее губительным влиянием на урожай: задержание снега на полях, соответствующая обработка почвы, насаждение лесных полос, которые снижают силу ветра, устройство искусственных водоемов. Все это, вместе взятое, увеличивает количество влаги в почве, повышает влажность воздуха и уменьшает испарение, тем самым ограждая растения от гибели.

Пыльные бури

Хуже всего, если суховеи сопровождаются еще и пыльной бурей. Ветер выдувает верхний распыленный слой пашни, и мелкие частицы пыли поднимаются в воздух. На Волге земледельцы со страхом говорят: «мгла идет». Небо мутнеет, делается сизым, солнце висит над головой, как раскаленный медный диск, огромными столбами несется мелкая черная пыль, засыпая хлеба и травы. Листья на деревьях желтеют.



Птицы с раскрытыми клювами мечутся в воздухе, высыхают водоемы, гибнут рыбы. Через два-три дня такой бури плодородные золотистые нивы превращаются в пустыню.

После засухи 1891 года известный русский ученый В. В. Докучаев организовал экспедицию в засушливые районы России. Один из его помощников записал свои впечатления о пыльной буре в Трудах экспедиции: «Еще с утра начал дуть сильный порывистый восточный ветер, временами поднимавший черные вихри дорожной пыли. В воздухе становилось сухо, вдали висела мгла, предвещавшая резкую перемену. К полудню весь горизонт был покрыт мельчайшей пылью. Солнце, до того светившее ярко, подернулось как бы легкой тучей, виднелось только одно красное пятно. Несмотря на закрытые ставни, невозможно было сидеть в хате: кроме духоты и жары приходилось еще глотать массу пыли, пробиравшуюся сквозь тонкие щели дверей и окон. Дом дрожал под напором сильного ветра, со всех сторон неслись поломанные ветви «курая», «перекати-поля». В степи временами ничего не было видно за 10 саженей. Поднялась настоящая выюга, но вместо снега летела черноземная и мельчайшая меловая пыль, поднимаясь высоко в воздухе. Все живое попряталось, притаилось, как будто в ожидании еще чего-то более грозного. Этот знойный буран оставил после себя весьма значительные наносы пыли, чернозема и песка. Поля местами оголились, а хлеба были сильно опалены».

Иногда пыльные бури бывали настолько сильны, что поезда останавливались из-за пылевых заносов. Ветер сносил целые слои чернозема, сбивал листья, ветки, обнаженные корни растений и выдувал проросшие уже семена. Густо зеленевшие поля после бури оказываются засыпанными до полуметра черноземной пылью, из которой едва виднеются верхушки мертвых изломанных стеблей.

В США и во многих других странах пыльные бури повторяются часто, и их губительные последствия общеизвестны. Интересно привести некоторые числа. Пыльными бурями на юго-западе США переносится за год около 850 миллионов тонн пыли и песка. Однажды в Сахаре за время трехдневной бури было перенесено 2 миллиона тонн песка. В марте 1953 года с пыльной бурей из Ирана через Копет-Даг в Кара-Кумы на сотни километров было перенесено 100 тысяч тонн сухой лёссовой пыли.

Растительность, как показали опыты в Каменной степи, снижает скорость ветра, изменяет строение воздушного потока и его направление. Деревья, окружающие поля, увеличивают влажность почвы, благодаря которой злаки могут поддерживать равновесие между испарением и поглощением влаги корнями.

Поэтому зеленые насаждения могут преобразовать природу степей.

Где на Земле влажность всего больше и всего меньше?

Понятно, что содержание водяного пара в воздухе больше всего там, где имеются источники этого водяного пара, — на побережьях морей и океанов. В глубине материков она, как правило, уменьшается. В пустынях — в Центральной Азии и в Сахаре — относительная влажность в отдельные дни доходит до 2—3%. Очень малая влажность бывает иногда и в горах, потому что содержание влаги с высотой вообще падает. К тому же в горах нередки и нисходящие движения воздуха (фёны), при которых влажность также убывает. Однако встречаются в горах и восходящие потоки воздуха, которые ведут к повышению влажности и образованию туманов. В общем можно сказать, что в горных условиях влажность (относительная) бывает самой разнообразной.

В исключительных случаях очень низкая влажность наблюдается и вблизи моря. В октябре 1949 года в Крыму, в районе Ялты, несколько дней подряд наблюдалась невероятно малая относительная влажность. В Никитском саду в 1 час ночи 19 октября влажность была 4%, в 7 часов утра — 3% по психрометру. По показаниям гигрометра (гигрометры менее точны), она в 4 часа опустилась до 0%. Погода была безоблачной, дул сильный северо-восточный ветер при температуре 7—9 градусов. Видимо, это был ветер типа суховея. У лимонов и эвкалиптов края листьев подсохли, как будто их прихватило морозом. Но люди не испытывали особого ощущения сухости, вероятно, вследствие сравнительно низкой температуры.

Для побережья такая сухость представляет относительно редкое явление, но в горной части Крыма она встречается значительно чаще. На горной станции Караби-Яйла за 17 лет (с 1923 по 1939 год) влажность от 1 до 16% наблюдалась 35 раз. В горных странах, удаленных от моря, низкая влажность должна встречаться еще чаще.

Влажность и самочувствие человека

От влажности и связанного с нею испарения в большой мере зависит самочувствие человека. В Сибири сравнительно легко переносятся 50-градусные морозы, потому что влажность там мала и при сильных морозах обычно не бывает ветра. Поэтому почти отсутствует испарение, охлаждающее кожу. Наоборот, при жаре испарение спасает организм от излишнего перегревания, и потому высокие температуры также легче переносятся в сухом, чем во влажном воздухе. Влажная жара, свойственная нашему Черноморскому побережью летом, вызывает ощущение духоты и тяжести, а в сухом климате пустынь

этого не бывает даже и при более высоких температурах. Конечно, здесь есть известный предел — чрезмерно сильная жара при большой сухости также вредно действует на организм.

Влажность ниже 25% уже неприятна для человека. Самочувствие же при влажности, близкой к 0%, граничит с болезненным состоянием. Губы, а иногда и кожа лица трескаются, появляется непрерывная жажда, беспокойство и т. п.

Применяясь к самочувствию человека при тех или иных сочетаниях температуры, влажности и ветра, ученые-гигиенисты разработали особую шкалу так называемых «эффективных температур». На основании большого количества опытов были подобраны сочетания, при которых человек испытывает одинаковое ощущение тепла. Оказалось, например, что при температуре 17 градусов, влажности 100% и полном штиле ощущение тепла у человека то же, что при 20 градусах, влажности 60% и слабом ветре 0,5 метра в секунду или при температуре 25 градусов, влажности 20% и умеренном ветре 3,5 метра в секунду.

Эти исследования имеют важное значение для определения продолжительности работы на открытом воздухе при различных условиях погоды, для создания наиболее благоприятного искусственного климата в закрытых помещениях и т. п.

Благодаря испарению человек может переносить температуры, значительно превышающие температуру его тела. Люди живут и даже работают при температурах до 40—45 градусов. Но все же при такой жаре возможно перегревание организма и гибель от теплового удара, не говоря уже о солнечном ударе, который зависит от непосредственного нагревания солнцем.

Во время жары (от 35 до 45 градусов), которая бывает в наших среднеазиатских республиках, человеку рекомендуется пить очень много горячего чая, чтобы усилить испарение с поверхности тела. Человек делает то же, что необходимо и для растений: он старается больше жидкости прогонять через свой организм, чтобы больше испарять, т. е. охлаждать поверхность тела.

глава
ПЯТАЯ

Мака





блака — это вода в атмосфере в виде мельчайших капелек или ледяных кристаллов. Облака образуются, когда воздух значительно охлаждается, так что избыток содержащейся в нем влаги выделяется в жидком или твердом состоянии. Охлаждение воздуха может происходить от разных причин и условий, и от этого зависят формы образующихся облаков.

Каждый из нас видел в жаркое летнее утро, как на совершенно ясном небе вдруг возникает как бы маленькая пушинка, она начинает расти и уплотняться, напоминая клочок белой ваты; рядом с ней появляется другая, затем еще и еще, и через час-другой уже по всему небу плывут, точно паруса каких-то невидимых лодок, белые облака. Их основания плоские, а из них растут вверх белые клубящиеся массы. К полудню облака нередко закрывают почти все небо, а затем постепенно тают, и к вечеру небо опять становится ясным. Это так называемые кучевые облака хорошей погоды.

Но бывает и так, что облака начинают расти особенно бурно, становятся плотными, густыми. Они темнеют и вершины их громоздятся, как горы. Иногда из этих вершин раскидываются, как веера, тонкие облачные нити, иногда вытягиваются длинные выступы, напоминающие наковальню. Облака темной пеленой закрывают солнце, и вот сверкнула молния, закапал крупный дождь, загредел гром — разразилась гроза. Это уже кучево-дождевые, или грозовые, облака, которые в обыденной жизни часто называют «тучами».

Основная причина образования кучевых и грозовых облаков — одна и та же. Когда солнце сильно повышает температуру земной поверхности, она в свою очередь нагревает ближайшие слои воздуха. Однако нагревание идет не везде одинаково, потому что земная поверхность никогда не бывает вполне однородной. Поэтому какой-нибудь объем воздуха может оказаться теплее и относительно легче окружающего воздуха и начинает подниматься вверх, наподобие воздушного шара, наполненного легким газом. Разница состоит в том, что

воздух поднимается не как одно целое, а восходит струйками, небольшими вихрями, которые постепенно распространяются вверх и переносят с собой и тепло, и влагу. Поднятие продолжается до тех пор, пока восходящий воздух теплее и, стало быть, легче окружающей атмосферы.

Известно, что, поднимаясь вверх, воздух охлаждается, потому что переходит в слои атмосферы, где давление меньше, расширяется и расходует на расширение определенную часть своего тепла. Поэтому температура восходящего объема воздуха непрерывно падает и в конце концов уравнивается с температурой окружающей атмосферы; тогда он перестает подниматься. Это, очевидно, происходит тем скорее, чем меньше падение температуры с высотой в самой атмосфере. Когда в жаркие летние дни нижние слои воздуха нагреты очень сильно по сравнению с верхними, падение температуры с высотой происходит значительно быстрее нормального. А потому воздушные струйки, поднимающиеся при таких условиях, долго будут оставаться теплее окружающей среды и смогут долго сохранить свое восходящее движение. К тому же воздух в естественных условиях всегда содержит большее или меньшее количество водяного пара. При охлаждении наступает момент, когда избыток водяного пара выделяется в виде мельчайших капель; он становится видимым, и начинает образовываться облако. При этом освобождается скрытая теплота испарения, так что поднимающийся объем воздуха становится еще теплее по отношению к окружающей атмосфере, и это благоприятствует его дальнейшему подъему.

Таким образом, в ясные летние дни создаются условия, при которых воздушные массы поднимаются очень высоко. Эта высота тем больше, чем сильнее перегрев нижних слоев воздуха. Когда достигнута точка росы, избыток водяного пара выделяется и образуются кучевые облака, растущие ввышину. Основания кучевых облаков бывают плоскими потому, что выделение водяного пара в жидком виде (конденсация) начинается примерно на одной и той же высоте.

При очень сильном перегреве нижних слоев воздушные массы могут достигать высоты, где температура уже ниже 0° . На этих высотах водяной пар выделяется не в виде капелек, а в виде ледяных кристалликов. Когда поднимающийся воздух содержит много влаги, облако получается мощное и темное, оно уже не похоже на приветливые белые паруса, а имеет грозный, зловещий вид, — это кучево-дождевое, или грозовое, облако, темное, клубящееся. Его вершины могут достигать 10 километров и выше и увенчиваются пеленой из ледяных кристалликов.

Не всегда облака возникают вследствие солнечного нагревания. При очень сильных пожарах нижние слои воздуха перегреваются и без участия солнца. Нагревание достигает большой высоты, хотя и захватывает лишь очень малые площади.

В сентябре 1923 года в Японии произошло сильное землетрясение, которым была разрушена большая часть города Токио. Возник громадный пожар, и над городом поднялось кучевое облако, вершины которого достигли 6—8 километров; высоту вершины удалось измерить в обсерватории, расположенной за городом, сравнительно далеко от места пожара. Даже и там воздух нагрелся до 45 градусов, а вблизи очага пожара температура была не менее 100 градусов. Согласно подсчетам, скорость восходящих токов доходила до 70 метров в секунду — настоящий вертикальный ураган. На окраинах города наблюдались скорости восходящих токов до 15 метров в секунду.

В 1926 году близ Сан-Луи в Калифорнии произошел гигантский пожар нефтяных складов. Образовалось целое огненное озеро на пространстве 4 квадратных километра. Пламя выбрасывалось на высоту до 300 метров. В результате появилось мощное кучевое облако с вершинами, достигавшими нескольких километров.

Совершенно особые облака образуются при взрывах атомных бомб. Они имеют форму гигантского темного гриба, распространяющегося далеко в высоту.

Слоистые облака

Но есть облака совсем иного вида. Серой, унылой пеленой застилают они небо. Иногда из таких облаков летом идет мелкий дождь, зимой — снег. Бывает, что они держатся целыми днями, не давая никаких осадков. Эти облака называются слоистыми; действительно, они представляют сплошной туманный слой, тянущийся на большие пространства. Если мы поднимемся на высокую гору и попадем в такой облачный слой, мы будем окружены влажным, более или менее густым туманом. Если же поднимемся еще выше, то облачный слой окажется под нами, и мы увидим под собой «облачное море». Его верхняя граница не так однообразна, как нижняя, и действительно напоминает волнующееся море.

Высота таких облаков незначительна: не более нескольких сот метров от земли. Иногда они лежат на самой земной поверхности, и тогда мы говорим, что это туман.

Происхождение слоистых облаков совсем иное, чем кучевых. Они чаще всего возникают при охлаждении нижних слоев

воздуха от излучения, особенно если воздух содержит много влаги. Иногда туман и низкие облака образуются от смешения более холодных масс воздуха с более теплыми.

Облака на разделе двух потоков

Однако местное нагревание или охлаждение не играет той роли в образовании и развитии кучевых и слоистых облаков, как подъем воздушных масс, зависящий от встречи двух потоков воздуха с различной температурой. В средних широтах постоянно происходит встреча теплых воздушных масс, идущих с юга или запада, с более холодными, берущими начало в полярных странах. Такие воздушные массы занимают площадь в несколько сотен и даже тысяч квадратных километров. Вследствие разности в плотностях холодная и теплая массы не могут находиться в мирном соседстве друг с другом. Теплый воздух, как более легкий, располагается выше холодного. При этом бывает два случая: или теплый воздух поднимается по наклонной поверхности, разделяющей оба потока, или холодный внедряется в виде клина в более теплую массу, поднимая ее вверх.

Как и при образовании кучевых облаков, поднятие воздуха в более высокие слои вызывает его расширение, охлаждение и выделение водяного пара в жидком виде. Но при такой встрече воздушных потоков массы воздуха неизмеримо больше тех, с которыми приходится иметь дело при местном нагревании или охлаждении. Поэтому и облака, образующиеся при подъеме тепловой массы вдоль холодного клина воздуха или при вытеснении теплого воздуха вверх наступающей холодной массой, бывают гораздо более мощными и закрывают небо над большими площадями земной поверхности.

Когда наступающая теплая масса поднимается вверх по клину холодного воздуха (вследствие малого наклона поверхности раздела подъем бывает сравнительно медленным и длительным), образуется сплошной покров облаков, сначала более легкий и прозрачный, затем он все более уплотняется. Солнце или луна вначале явственно просвечивают сквозь облачную дымку и даже дают тени на земле. Но затем тени исчезают, солнце представляется в виде размытого пятна. Еще час-другой — и все небо закрыто сплошной темной пеленой, из которой нередко начинает идти затяжной дождь или снег. Каждому из нас нередко приходилось наблюдать такую смену облаков и связанную с ней перемену погоды.

Если наступает холодная масса и вытесняет вверх более теплый воздух, подъем происходит гораздо энергичнее и круче, и образуются такие же облака, как и при подъеме воздуха от местного нагревания, т. е. облака не в виде слоя, а растущие вверх. Но запасы влаги в этом случае гораздо больше, самый

подъем обусловлен более мощными силами. Если при этом еще нижние слои атмосферы значительно перегреты, картина становится особенно резкой. Здесь мы уже не увидим мирных белых кучевых облачков хорошей погоды. Облака громоздятся темными, быстро растущими башнями, которые достигают высоких холодных слоев. Метеорологи дали таким облакам, пока у них еще только образуются круглые гладкие куполообразные вершины, название «кучево-дождевых лысых» облаков. А когда над этими вершинами поднимаются перистые серебристые веера ледяных кристаллов, облака называют «кучево-дождевыми волосатыми». Из таких облаков выпадают сильные ливни, которые очень часто сопровождаются грозами.

Настоящие кучевые облака образуются только летом. Зимой же нижние слои воздуха вообще не могут быть особенно теплыми, а нередко они и холоднее вышележащих (инверсия температуры). Конечно, и зимой происходит смена более теплых масс более холодными, и вытеснение теплой массы вверх может образовать облака, бурные снегопады и даже зимние грозы; но вообще зимнее распределение температуры в атмосфере не способствует развитию вертикальных движений. Кроме того, холодный зимний воздух содержит мало влаги, а потому в нем нет материала для образования мощных облаков.

Кучевых облаков «хорошей погоды» зимой совсем не бывает: зимняя «хорошая погода» — это сильный мороз при ясном небе, стало быть, охлаждение земной поверхности происходит путем лучеиспускания и вертикальные течения отсутствуют. А вот когда в марте—апреле начинают образовываться обширные проталины и в ясные дни их жарко прогревает весеннее солнце, тогда появляются первые кучевые облака, как вестник весны, вместе с первыми цветочками голубых перелесок и мать-и-мачехи.

Кроме кучевых и слоистых облаков с их разновидностями, есть еще облака, которые резко от них отличаются и которые, пожалуй, трудно даже назвать облаками: такие они тонкие, прозрачные, легкие. Они не закрывают не только солнца и луны, но и звезд. Иногда они напоминают легкие мазки кистью, иногда тончайшие перья, иногда причудливую сетку. За сходство с перьями они получили название «перистых» облаков. Это про них сказал Лермонтов: «облаков неуловимых волокнистые стада». Эти облака плавают на очень большой высоте — 9000—11000 метров и даже выше. Они состоят из ледяных кристаллов, как и «волосы» грозových облаков. Влага на таких больших высотах уже очень мало, поэтому и облака, которые там образуются, могут быть только тонкими и легкими.

Эти три формы облаков — кучевые, слоистые и перистые — были описаны и названы уже давно, притом, как это ни странно, не метеорологами.

В конце XVIII века в Лондоне на химическом заводе служил некий Люк Говард, который широко и серьезно интересовался естественными науками и переписывался по этому поводу с великим поэтом и натуралистом Гете. Говард обратил внимание на характерные особенности трех облачных форм и дал им, как тогда было принято в науке, латинские названия: *cirrus* (циррус — перистые), *stratus* (стратус — слоистые), *simulus* (кумulus — кучевые). Он сообщил эти названия Гете, который нашел их удачными и посвятил каждой из облачных форм стихотворение, где описывались их особенности. Он посвятил несколько строчек и Говарду:

Чтоб в бесконечности найти познания нить,
Нам нужно отличить, затем соединить.
Прославь же, песнь моя, крылата и легка,
Того, кто различил и назвал облака.

И действительно, деление, предложенное Говардом, легло в основу научной классификации облаков и сохранилось до нашего времени, хотя, конечно, за истекшие 100 лет, с расширением наших знаний о строении и природе облаков, эта классификация претерпела много изменений. Сейчас, кроме основных форм облаков, мы знаем и ряд промежуточных, переходных. Перисто-слоистые облака (на высоте 8000—10 000 метров) — очень тонкая пелена, застилающая небо обычно в самом начале перехода от ясной погоды к затяжным дождям. В них часто наблюдаются круги, гало и другие оптические явления, о которых будет речь ниже. Постепенно уплотняясь, эти облака переходят в более низкие-высокослоистые и слоисто-дождевые (последние на высоте 200—500 метров). Есть и перисто-кучевые облака — это мелкие «барашки» (на высоте 6000—8000 метров), разбросанные на небе более или менее правильными рядами. Есть высококучевые облака (на высоте 2500—4000 метров) — крупные «барашки». Особенно интересны высококучевые облака в виде башенок. Иногда в жаркий ясный день мы видим на небе облака, которые напоминают стену, увенчанную башенками: из плоского основания вырастают высокие отростки или столбики. Такие башенки служат признаком того, что еще и на высоте 3000—4000 метров, где они располагаются, продолжается подъем воздуха. Увидав такие облака, можно почти безошибочно предсказать, что после полудня будет гроза или по крайней мере ливень.

Ученые специально занимаются исследованиями облаков, их строением и условиями их образования. Эти исследования особенно важны для предсказания погоды: облака нередко предвещают смену погоды, и поэтому важно уметь распознавать те или иные типы облаков. С этой целью составляются атласы облаков, где приводятся фотографические снимки разнообразных облачных форм.

Всякое поднятие теплого и влажного воздуха может дать начало облакам. Если воздух встречает на пути значительное препятствие, например крутой горный склон, то он поднимается, и содержащийся в нем пар выделяется в виде тумана или облака. У вершин гор нередко довольно долгое время держатся такие облачные шапки, а иногда облака имеют вид флагов, как бы прикрепленных к вершине. Иногда через короткое время флаг отрывается, уплывает и понемногу рассеивается, а на его месте появляется новый. Эти облачные флаги, как и всякие облака, лишь указывают место, где видимым образом проявляется процесс непрерывного сгущения водяного пара. Облако все время образуется и вновь исчезает. Оно окончательно исчезает, когда затухает процесс, его создающий. Тогда, как правильно подметил Лермонтов, от облака остается только «влажный след в морщине старого утеса».

Волны на море образуются потому, что над водой проносится ветер, т. е. над более плотной средой движется менее плотная. Если два слоя жидкости различной плотности движутся один над другим, на разделяющей их плоскости всегда образуются волны. Поэтому если теплый воздух движется над холодным или холодный — над теплым, на поверхности их раздела также образуются волны. Но воздушные волны гораздо больше водяных. Расстояние между их гребнями доходит до 200—500 метров и более.

Как же можно увидеть такие волны? Воздух, как теплый, так и холодный, невидим. Но он содержит водяной пар. Поднимаясь при волнообразном движении, воздух переходит в более холодные области, и там на гребнях волн этот пар сгущается в виде облаков. Промежутки же между волнами остаются невидимыми. Таким образом, получают правильно расположенные облачные гряды — волны облачного моря. Иногда на небе можно видеть и два ряда облачных волн под углом друг к другу; это значит, что на разной высоте ветер имеет различные направления.

Туманы

Если в сильный мороз открыть дверь из теплой комнаты на улицу, в комнату как бы врываются клубы пара — это влага, которая содержалась в теплом комнатном воздухе и стала видимой от смещения с наружным холодным воздухом. Такой «видимый пар» и есть туман в очень малом масштабе. Когда теплая погода сменяется холодной или, наоборот, холодная — теплой, туман возникает уже на большом пространстве и имеет значительное протяжение по высоте.

Есть места, где туманы образуются очень часто, потому что этому благоприятствуют природные условия. Например, в Ат-

лантическом океане у Ньюфаундленда воздух, нагретый водами теплого течения Гольфстрим, смешивается с холодным воздухом, лежащим над Лабрадорским течением. Здесь как бы получается постоянная «фабрика туманов». Известны туманы в Иркутске, где сравнительно теплый воздух над Ангарой, редко замерзающей из-за быстрого течения, смешивается с окружающим, более холодным воздухом.

В ясные зимние ночи земная поверхность сильно охлаждается. Более теплый воздух отдает ей тепло путем проводимости и лучеиспускания, и при этом из него выделяется избыток водяного пара. Это вторая причина образования тумана.

Туманы, как и облака, состоят из водяных капелек. Они отличаются от облаков лишь тем, что доходят до самой поверхности земли. Но это различие только относительное: если мы издали видим облака на склонах гор, то путешественники, поднимающиеся на вершины гор сквозь эти облака, видят вокруг себя только туман. Вершины высотных зданий в Москве также очень часто бывают окутаны туманом.

Мы часто видим туман над болотами, озерами, реками, потому что воздух над водой сравнительно влажен и близок к точке насыщения. Нередко в тихий вечер после дождя слой тумана лежит и над влажными лугами: вечернее охлаждение заставляет избыток влаги сгуститься в туман. В сухих местностях и охлаждение не вызывает тумана, потому что воздух содержит там очень мало водяного пара. В пустыне бывают только «сухие туманы», которые состоят не из водяных капелек, а из мельчайших частиц пыли.

Почему же в городах, где, казалось бы, воздух суше, чем в окрестностях, туманы бывают чаще? Часто, выехав из города в туманную погоду, мы, удалившись от него всего на несколько километров, не находим там и следов тумана.

Дело в том, что в воздухе городов «ядер конденсации» значительно больше, чем в окрестностях. Уличная пыль, дым печей и особенно заводских труб создают в городе самые благоприятные условия для конденсации водяного пара, т. е. для образования тумана при подходящих температурах и влажности. Поэтому борьба с загрязнением воздуха продуктами сгорания, которая теперь энергично ведется у нас в СССР, является важной вдвойне: пыль и дым не только сами по себе отнимают у нас солнечный свет, но еще ведут к образованию туманов. В Англии, где климат отличается большой влажностью, городские туманы составляют настоящее бедствие.

В Ленинграде, где прежде часто бывали туманы, сейчас они сравнительно редки. В дореволюционное время они повторялись чаще. Интересные подсчеты сделаны ленинградскими учеными. Оказалось, что в 1915—1916 годах, во время первой мировой войны, когда петроградская промышленность еще работала пол-

ным ходом, значительно уменьшилось количество туманов. Причина этого оказалась в том, что вследствие войны промышленность Петрограда была вынуждена перейти от импортного каменного угля на древесное топливо, которое дает значительно меньше дыма и сажки. Восстановление и рост промышленности после революции сначала сопровождалось увеличением числа туманов. В настоящее же время туманы в городах стали реже из-за борьбы с загрязнением воздуха, благодаря озеленению городов, частой поливке улиц и другим мерам, которые принимаются для улучшения условий жизни населения.

Из чего состоят облака и туманы?

При близком изучении строения облаков возникает много вопросов. Прежде всего, какой вид имеют те мельчайшие частицы воды, из которых состоят облака и туманы? Водяной пар легче воздуха, но вода в 750 раз тяжелее его, и потому капли воды, даже самые маленькие, должны бы выпадать из облаков. Вернее, облака совсем не могли бы образоваться. Исходя из этой, как будто вполне правильной мысли, долгое время считали, что и туман, и облака состоят из пузырьков воздуха, окруженных тонкой водяной оболочкой и плавающих в воздухе, как крошечные воздушные шарики.

Однако наблюдения показали, что облачные капли — сплошные водяные и никаких пузырьков в облаках нет. Почему же в самом деле капли не выпадают из облаков? Ведь из облаков далеко не всегда идет дождь?

Облачные капельки имеют чрезвычайно малые размеры, это и замедляет их выпадение, потому что окружающий воздух оказывает им сопротивление. Оно тем сильнее, чем больше поверхность капли. Но поверхность шарика-капли пропорциональна квадрату радиуса, а объем — кубу. Если радиус капельки уменьшится, например, втрое, то ее объем уменьшится в 27 раз, а поверхность — только в 9 раз. Поэтому у мелких капель поверхность относительно больше, чем у крупных, и они падают значительно медленнее их. Скорость падения самых маленьких капель, из которых и состоят облака и туманы, чрезвычайно мала.

Каковы же размеры этих маленьких капель? Наблюдения показали, что самые крупные облачные капли имеют радиус около 0,1 миллиметра. Более крупные капли уже выпадают из облака. При этом в облаке обычно содержатся капли различных размеров, от самых больших до самых мелких, которые невидимы даже в микроскоп. Однако и самых крупных и самых мелких капель в облаке сравнительно немного. Большая часть их имеет размеры от 0,005 до 0,01 миллиметра.

Вычислено, что в спокойном воздухе скорость падения капли, у которой радиус равен 0,001 миллиметра, равна 0,012 сантиметра в секунду, скорость капли с радиусом 0,01 миллиметра составляет 1,2 сантиметра в секунду, капли с радиусом 0,1 миллиметра — уже 77 сантиметров в секунду, т. е. около трех четвертей метра. Таким образом, самая большая облачная капелька, радиус которой 0,01 миллиметра, пролетела бы в час 43,2 метра. Если принять, что капля образовалась на высоте 1 километра, то, чтобы достигнуть земли, ей понадобится 23 часа, т. е. почти сутки. А капелька радиусом в 10 раз меньше затратит на это 2300 часов или около 3 месяцев!

К тому же атмосферный воздух, особенно в нижних слоях, никогда не бывает спокойным. В нем всегда есть и горизонтальные течения — ветер, и вертикальные, скорость которых по большей части превышает 1 сантиметр в секунду. Капли же могут выпасть из облаков лишь тогда, когда скорость их падения больше, чем противодействующая ему скорость вертикального течения. Отсюда ясно, что упадут на землю только сравнительно крупные капли. Более мелкие удержатся в воздухе, а при сильных восходящих движениях воздуха даже поднимутся вверх.

Специальные наблюдения с самолетов позволили определить и размеры капель и число их, содержащееся в 1 кубическом сантиметре облака. В среднем можно считать, что плотные облака содержат до 1000 капель в 1 кубическом сантиметре, а более редкие — не свыше 100.

Число ледяных частиц в облаке значительно меньше, и в отдельных случаях на несколько кубических сантиметров приходится только один кристаллик или одна снежинка. Соответственно этому и количество воды в ледяных облаках меньше, чем в водяных.

В тумане, даже в самом густом, содержится значительно меньше воды, чем в мощных облаках.

В связи с изучением строения облаков появляется еще один вопрос. Исследование облаков показывает, что они даже на высотах более 5—6 километров часто состоят из водяных капель, а не ледяных частиц. Между тем температура на этих высотах почти всегда значительно ниже нуля. Почему же облачные капли не замерзают?

Оказывается, что вода замерзает при 0° далеко не всегда. Если она очень чистая и в ней нет ядер конденсации, то она, находясь в покое, может оставаться в жидком состоянии даже при температурах порядка —30 градусов. В лабораториях удавалось получить жидкую воду при —32 градусах. Это явление называется переохлаждением. Переохлажденную воду удавалось обнаружить в облаках при температурах —10, —20 градусов и ниже. Метеорологи наблюдали в тумане, а также на вершинах высоких гор переохлаждение до —14 градусов.

Как замерзло „Галльское море“

В романе «Гектор Сервадак» Жюль Верн рассказывает о приключениях нескольких человек, унесенных на обломке Земли после столкновения ее с кометой. В романе так описывается явление переохлаждения:

«...Несмотря на низкую температуру, море еще не замерзло. Это происходило от его абсолютной неподвижности: ни одно дыхание воздуха не возмущало его поверхности. В этих условиях вода может охлаждаться на несколько градусов ниже нуля и не замерзает, но неожиданный толчок может обратить ее в лед.

...Маленькая Нина и ее друг Пабло также поспешили явиться на собрание.

— Милая девочка, — сказал капитан Сервадак, — сумеешь ты бросить в море кусок льда?

— Ну, конечно, — ответила девочка, — но мой приятель Пабло сумеет бросить гораздо дальше!

— Ничего, попробуй! — сказал Гектор Сервадак, вкладывая маленький кусочек льда в руку Нины. И прибавил: — Вот погляди, Пабло, какая волшебница наша маленькая Нина.

Нина примерилась, взмахнула рукой два-три раза и бросила кусок льда в спокойную воду.

Тотчас же послышалось хрустение, которое, казалось, наполнило весь воздух и простиралось до самых пределов горизонта. Галльское море замерзло сразу на всем своем протяжении».

«Галльское море» было не особенно велико, но все же переохлаждение и такого небольшого водоема вряд ли возможно в природе. Однако как раз то же явление происходит с переохлажденными облачными каплями. Например, самолет внутри облака играет ту же роль, что и кусочек льда, брошенный в Галльское море: вода, образующая облако, от вторжения самолета мгновенно замерзает, и самолет за несколько минут покрывается толстой ледяной коркой. Обледенение — опаснейший враг самолета. Как известно, оно и было причиной гибели дирижабля «Италия» при экспедиции Нобиле к Северному полюсу.

Летчику чрезвычайно важно знать, с какими условиями он встретится при полете в облаках. Поэтому изучению облаков, связи их внешнего вида с их строением и т. п. метеорологи уделяют большое внимание.

Облака все время находятся в движении, росте, развитии. Одни облачные частицы тают, другие замерзают. Поэтому и вид облака непрерывно меняется.

Самые высокие облака, состоящие из ледяных кристалликов, более устойчивы, и мы нередко можем проследить перистое облако как одно целое в течение довольно долгого времени.

Благодаря этому перистые облака сравнительно легко наблюдать, тогда как непрерывно растущие и вновь тающие кучевые облака все время меняются и через мгновение становятся «сами на себя непохожими».

Как определяют высоту облаков

Высоту самых низких слоистых облаков легко определить, зная высоту холмов, мачт, зданий, верхушки которых они закрывают. Можно также применить для этого небольшой воздушный шар, скорость подъема которого известна, и отметить момент, когда он скрывается в облаке. Высота более высоких облаков определяется угломерными приборами одновременно с двух, достаточно отдаленных друг от друга, пунктов. Чем больше высота облака, а о ней можно примерно судить по его виду, тем длиннее должно быть расстояние между наблюдательными станциями.



глава
ШЕСТАЯ

БОЛТУН

Дожди и ливни



Когда водяные капли достигают таких размеров, что уже не могут держаться в облаке, они падают на землю и начинается дождь. Если капельки мелкие, дождь «моросит», будто проходит сквозь сито. Если они крупные и притом в облаке большие запасы воды, идет сильный дождь и даже ливень. Иногда говорят: «дождь, как из ведра», но это вовсе не значит, что дождь льет непрерывными струями. Наблюдения показали, что дождь всегда выпадает каплями и только из-за быстрого падения крупных тяжелых капель создается впечатление сплошных струй. Самые большие капли, которые когда-либо наблюдались, не превышают 8 миллиметров в диаметре.

Каким же образом из мелких капель в облаке образуются крупные?

Первое, что приходит в голову, чтобы ответить на этот вопрос, это то, что капли растут за счет сгущения водяного пара на их поверхности. Самые маленькие капли получаются от осаждения водяного пара на мельчайших частицах пыли или других примесей в воздухе, которые служат «ядрами конденсации». Поэтому вполне естественно предположить, что вода продолжает осаждаться на маленьких каплях и поэтому они растут.

Однако оказывается, что для роста капель путем конденсации требуется длительное время. Крупные дождевые капли имеют радиус около 1 миллиметра, а чтобы до этих размеров выросла маленькая капелька с радиусом в 1 микрон (т. е. в одну тысячную миллиметра), нужно несколько суток. За такое время маленькая облачная капелька скорее успеет испариться, чем вырасти до размеров дождевой.

Есть еще причина, которая может вызвать рост капель: это слияние мелких капель в одну более крупную. Такое слияние может происходить в облаках потому, что облачные капли не висят в воздухе неподвижно. Они все время перемещаются под влиянием движения воздуха. При этом они сталкиваются и сливаются друг с другом. Однако советские ученые, исследуя законы роста капель, нашли, что такое слияние происходит

только при больших скоростях их движения. При малых скоростях они отскакивают друг от друга и не сливаются. Кроме того, исходя из размеров облачных и дождевых капель, нетрудно подсчитать, что на образование одной дождевой капли должно пойти около миллиона облачных. Но все же в результате столкновений в облаке образуются более мелкие и более крупные капли. Крупные падают быстрее мелких и при падении сливаются с ними. Этот процесс не ведет к очень сильному дождю, но может дать до 1—2 миллиметров осадков в час (количество выпавшего дождя измеряется толщиной слоя воды, который получился бы на земле при отсутствии стока и впитывания воды).

Откуда же берутся те огромные количества воды, которые обрушиваются на землю при сильных ливнях?

Наблюдения показали, что ливни обычно выпадают из так называемых смешанных облаков, — таких, которые состоят частью из воды, частью из ледяных кристаллов. Водяной пар легче сгущается на снежинках, чем на капельках, и образуются большие снежные хлопья, которые быстро летят вниз. Капли, сталкиваясь со снежинками, на них намерзают, и величина хлопьев все возрастает. Когда хлопья попадают в теплые нижние слои воздуха, они тают и дают сильный дождь или ливень.

Зимой, когда и нижние слои имеют чаще всего температуру ниже 0°, хлопья не тают, а выпадают на землю в виде обильного снега. Метеорологи так и называют его «ливневый снег».

Смешанные облака с «волосатыми» льдистыми вершинами мы видим на небе каждое лето, даже не один раз. Но, к счастью, далеко не так часто бывают катастрофические ливни, о которых вспоминают еще много лет после того, как они случились.

Академик Веселовский в книге «Климат России» передает рассказ очевидца об одном из таких ливней в мае 1839 года в Киеве: «... Пошел дождь, продолжавшийся непрерывно 3 часа. Он падал не каплями, а ручьями. Казалось, что с неба были протянуты веревки толщиной с мизинец... Улица в одну минуту превратилась в бушующий ручей. Камни мостовой стояли, как под тяжелыми экипажами. Вырванные фонарные столбы неслись по улице. Во многих местах вода так глубоко размывала землю, что обнажились фундаменты домов. Одна из нижних частей города была покрыта водой до 5 футов глубины, ибо вода не имела здесь стока. Большая часть прудов в окрестностях Киева была прорвана, мельничные плотины разрушены, в полях и садах образовались глубокие промоины».

Самым сильным ливнем умеренных широт считается ливень, который прошел 21 октября 1822 года в Генуе (Северная Италия) и дал 81 сантиметр воды за 24 часа. Эта громадная цифра

могла бы даже возбудить недоверие метеорологов, но знаменитый астроном и физик Араго указал, что два заведомо пустых деревянных ведра высотой в 64 и 70 сантиметров во время этого дождя наполнились через край еще до его окончания.

Сильнейший ливень с грозой, который разыгрался в июне 1882 года на одном из участков Московско-Курской железной дороги близ станции Кукуевка, был причиной тяжелой железнодорожной катастрофы: целый пассажирский поезд сорвался под откос с насыпи, размытой водой. В эту ночь выпало более 150 миллиметров дождя — количество совершенно неслыханное для этих мест, т. к. оно составляет около четверти всех осадков, выпадающих здесь за год. Насыпь была размыта, рельсы почти повисли в воздухе, а машинист из-за потоков дождя не мог этого увидеть. «Кукуевская катастрофа» стоила жизни многим десяткам людей.

Сильнейший ливень в Москве 29 июня 1924 года дал 95 миллиметров осадков за полтора часа. Сравнительно низкая часть города в районе Грузинской улицы была буквально залита водой, которая хлынула в подвалы и затопила все склады. Всякое движение по улицам прекратилось. Вода поднялась местами до одного метра, по некоторым улицам неслись целые реки. Интересно, что при этом в Замоскворечье и на окраинах города дождя совсем не было.

К счастью, подобные ливни повторяются в наших широтах не часто. Статистические данные показывают, что ливни, дающие более 150 миллиметров осадков за сутки, бывают в СССР примерно раз в столетие.

Катастрофические ливни получаются, когда облако непрерывно питается влагой, а это бывает далеко не всегда.

В субтропических, а тем более тропических странах высокая температура и большое количество влаги в воздухе создают как раз такие благоприятные условия, и здесь нередки и более сильные ливни, чем только что описанные. На Гавайских островах в Кауаи во время одного ливня выпало 86 миллиметров осадков за 4 минуты, т. е. в одну минуту выпало 21,5 миллиметра. В Опи-дс-Кемп в Калифорнии 5 апреля 1926 года ливень был такой силы, что в одну минуту выпало 25 миллиметров воды. До сих пор нигде и никогда такой силы ливень еще не наблюдался.

Но мировой рекорд по количеству осадков был отмечен в штате Миссури 22 июня 1947 года, когда за 42 минуты выпало 300 миллиметров дождя. Это более половины того количества осадков, которое выпадает в средней полосе СССР за весь год. В среднем за одну минуту это меньше, чем в только что приведенных примерах, но зато ливень продолжался целых 42 минуты!

Самая знаменитая страна ливней — Индия, где ливни связаны с местным юго-западным муссоном. Во всех учебниках метеорологии упоминается местность Черрапунджи, расположенная на юго-западном склоне Гималайского хребта. Встречая на своем пути горную преграду, муссон оставляет на склонах такое огромное количество влаги, какого нигде больше не встречается на всем земном шаре. В Черрапунджи выпадает за год в среднем 11,6 метра дождя, из которых более 10 метров приходится только на летнее время — с мая по сентябрь. Эти дожди несут преимущественно характер ливней.

В 1861 году в Черрапунджи выпало 22,9 метра воды, из них 9,3 метра выпало только в июле. 14 июня 1876 года здесь был ливень, который только за одни сутки дал более метра воды — вдвое больше, чем выпадает в Москве дождя и снега за весь год! Это значит, что годовое количество дождя в Черрапунджи покрыло бы землю слоем воды, превышающим высоту шестиэтажного дома!

Если мы представим себе, что даже ливень всего в 40 миллиметров дает более 30 000 ведер воды на гектар, то страшно и подумать, какие астрономические количества воды обрушиваются на землю с тропическими ливнями. Да и гораздо более слабые ливни наших субтропиков производят довольно внушительное впечатление. В произведении «Колхида» К. Паустовский описывает один из ливней в городе Риони на Черноморском побережье: «Хлынул ливень. Он гудел и ровными водопадами лился с неба. В двадцати шагах ничего не было видно... Ливень стихал. По улицам города вода доходила до вторых этажей. Звери, испуганные наводнением, бросились в город и на острова, где находился порт: он не был затоплен. Особенно много напоззло змей...»

Ливни уже и сами по себе приносят много бедствий, но они страшны в особенности тем, что вызывают катастрофические наводнения. В очень дождливое лето 1933 года уровень реки Москвы поднялся на 7 метров, уровень Оки и даже Волги поднялся настолько, что по местам прежних отмелей могли проходить пароходы. На железнодорожных путях получились искривления и оползни. Убытки от этого наводнения составили десятки миллионов рублей.

В конце февраля 1940 года произошло сильнейшее наводнение от дождя в Калифорнии. Вышедшие из берегов реки затопили более 500 тысяч акров обработанной земли. Убытки составили 730 тысяч долларов, несмотря на то, что благодаря своевременному предупреждению Бюро погоды удалось принять некоторые меры по охране имущества.

В июле и августе 1954 года катастрофические ливни и продолжительные дожди вызвали сильнейшие наводнения в Западной Европе (Австрии, Баварии, Швеции, Германской Демокра-

тической Республике) и в Азии (КНР, Японии, Индии и Иране). В Индии были смыты водой сотни населенных пунктов и деревень, размыты железные дороги, пострадало больше 10 миллионов человек. А в Австрии в то же время было разрушено 130 мостов, прекращена работа на 152 предприятиях, десятки тысяч людей остались без крова. Реки Инн, Изар и Дунай вышли из берегов. Прервалось сообщение на многих шоссе и железных дорогах, было залито несколько городов, погибли посевы, погибло сено.

Настоящую катастрофу вызвали необычайные ливни и снегопады на юге Франции (Фрежюс) в начале декабря 1959 года. Реки вышли из берегов, прорвались плотины. Погибло и пропало без вести более 400 человек, не говоря о больших материальных убытках.

Интересно отметить, что на Дальнем Востоке, где зима бывает малоснежной, а летом идут обильные дожди муссонного характера, на реках, в частности на Амуре, половодье бывает не весной, а во второй половине лета.

Был ли „всемирный потоп“?

Самой древней легендой о «всемирном потопе» является библейский рассказ, заимствованный у вавилонян. Когда во второй половине прошлого столетия производились раскопки ассирио-вавилонского города Ниневии, были найдены глиняные таблички VII века до нашей эры. Среди восстановленных текстов этих табличек, между прочим, была и поэма о древнем герое Гильгамеше, состоящая из 12 песен. Одиннадцатая песнь оказалась легендой о всемирном потопе, пересказанной потом в библии. Эта песнь была посвящена 11-му месяцу года — «проклятому месяцу дождя».

Ничего нет удивительного в том, что легенда о потопе зародилась в древности в долине рек Тигра и Евфрата, так как эта долина часто подвергалась наводнениям в сезон дождей и ливней. Реки выходили из берегов, и город Багдад целые недели стоял окруженный безбрежным озером, из которого только местами поднимались островки суши. Население покидало свои камышовые хижины и укрывалось на холмах. Наводнение продолжалось до шести месяцев и причиняло огромные опустошения. Только в позднейшее время система каналов стала регулировать сток речных вод.

Весьма вероятно, что началом легенды стал рассказ о грандиозном наводнении, которое было вызвано сильными и продолжительными дождями. Эта катастрофа могла оставить неизгладимый след в памяти переживших ее людей, и, передаваясь из уст в уста, рассказы о ней выросли до размера легенды о всемирном потопе.

В библии говорится, что люди своими грехами прогневили бога и он послал на Землю дождь, который лил 40 дней и 40 ночей; вся Земля покрылась водой, из которой поднималась только вершина горы Арарат. Уже само по себе допущение, что дождь мог идти 40 суток, — неправдоподобно, ибо даже в сезоны сильнейших тропических дождей в Индии и в других южных странах никогда не было, чтобы дождь шел без перерыва более 4 дней. Но пусть даже дождь шел непрерывно в течение 40 суток, или 960 часов. Нетрудно подсчитать силу дождя, который покрыл бы Арарат, зная, что высота Арарата — 5150 метров. Такой дождь дал бы около 100 миллиметров воды в минуту. Между тем, ливень даже в 20 миллиметров за одну минуту — величайшая редкость; притом такой дождь может идти всего несколько минут и на очень ограниченном пространстве.

Разные варианты сказаний о «всемирном потопе» встречаются в преданиях и литературе многих народов в разных концах земного шара. Все эти легенды основаны на впечатлениях о катастрофических наводнениях, вызванных разными причинами. В Индии, Китае, Иране, Австралии наводнения происходили из-за разлива рек, в результате продолжительных дождей. В Перу, Чили, Гвинее, на островах Тихого океана земля затоплялась морем во время землетрясений и ураганов. Все катастрофы, послужившие поводом к возникновению легенд о «всемирном потопе», носили местный характер, но, передаваясь из поколения в поколение, они в конце концов превратились в легенду о мировой катастрофе, которой, по геологическим данным, не было и не могло быть в истории нашей планеты.

Самые сухие и самые мокрые места на Земле

О самых мокрых местах уже говорилось: это юго-западный склон Гималаев в Индии, Гавайские острова и некоторые районы в тропической Африке, где за год выпадает более 10 кубических метров дождя.

У нас в СССР нигде не бывает такого количества осадков. Больше всего дождя выпадает в Батуми на побережье Черного моря: около 2,5 метра в год. А в Черрапунджи такое количество выпадает за один только июль! Возможно, что в горах близ Батуми количество дождя значительно больше, но там пока не было систематических наблюдений. Да и 2,5 метра — величина немалая: если бы вся эта вода оставалась на поверхности земли, она дала бы слой много выше человеческого роста. Чтобы получить представление о том, насколько велико это количество, укажем, что в средней части СССР выпадает за весь год 350—600 миллиметров дождя и снега вместе.

Самые сухие места на земле — это, конечно, пустыни! Вряд ли на земном шаре есть такие районы, где бы совсем никогда



не шел дождь. Но если даже в сухой долине Хальфа в Аравии за 10 лет (1891—1900 годы) было всего 22 дня с дождем, причем эти дожди не дали измеримого количества воды в дождемере, то это практически полное бездожде. В верховьях Нила, на побережье Чили и Перу, в Калифорнии, в пустынях Австралии иногда в течение нескольких лет подряд также не выпадает измеримых количеств дождя. В Асуане на верхнем Ниле был даже отмечен период в 7 лет, за который не выпало ни единого дождя. Еще Геродот упоминал о том, что завоеванию Египта персидским царем Камбизом предшествовало «чудо» — дождь в Фивах, в столице древнего Египта, где никогда не бывает дождя. Он пишет также, что в Северной Африке местами дома строились из глыб каменной соли, — значит, там тоже никогда не было дождей.

„Чудесные“ дожди

В одном небольшом селе Горьковской области на берегу речки в июне 1940 года разразилась сильная гроза с ливнем и вихрем, который срывал крыши с домов и вообще наделал много разных бед. Когда грозовые облака уже стали рассеиваться, из их остатков вдруг посыпался песок и множество серебряных монеток. Суеверные старушки называли это «чудом». Секретарь комсомольской организации обратился в ближайший город к специалистам с просьбой объяснить такое явление. Он получил ответ, что хотя подобные «чудеса» бывают и не часто, но данный случай — не единичный и объясняется большой всасывающей силой атмосферного вихря. Очевидно, он поднял монетки из неглубокого клада, закопанного на берегу речки. Ливнем размывало берег и монетки очутились на поверхности, а воздушный вихрь поднял их и унес на далекое расстояние, где они в конце концов, повинувшись силе тяжести, выпали вместе с песком на землю.

Более ста лет назад (в 1860 году) академик Абих, только что возвратившись из путешествия по Кавказу, доложил на заседании Академии наук, что в одной деревне близ Еревана разразился сильный ливень, сопровождавшийся бурей, и с ним выпало много мелких рыбок. Выпали они на сравнительно небольшом пространстве, занимавшем около половины селения.

Бывали и «кровавые дожди», «серные дожди». Суеверные люди считали их каким-то зловещим предзнаменованием. На самом деле и в этих дождях нет ничего чудесного. Анализ выпавших осадков показывает, что «кровавые дожди» состоят из капель, наполненных микроорганизмами, окрашенных в красный цвет, или охровой красной пылью, поднятой с почв пустыни и занесенной вихрем в другие страны. «Серные дожди» состоят из капель с желтой пылью различных растений. Бывают и

«молочные дожди», когда в капельках находится меловая пыль из размытых меловых почв. Все эти «чудеса» — работа воздушных вихрей, а не сверхъестественных сил. Несомненно, что и «манна небесная», выпавшая во время странствования древних евреев по пустыне и описанная в библии как чудо, была не чем иным, как дождем из засохшего сока некоторых южных растений (тамариска, верблюжей колючки и др.) в виде желтовато-белых комочков. Библейская манна могла состоять также из небольших бугорчатых комочков лишайника, растущего в южных степях и полупустынях. Бугорки этого лишайника не прикреплены к почве и легко переносятся ветром на большие расстояния. При необходимости этот лишайник применялся в пищу арабами и египтянами; пригодился он и древним евреям в пустыне, когда неожиданно упали с неба его крупинки, после того как ветер поднял их на значительную высоту.

Град

Из мощных кучево-дождевых облаков нередко наряду с дождем выпадает и град. Это округлые, но не вполне правильной формы куски льда, которые в некоторых случаях достигают величины куриного яйца. Падая с большой высоты на землю, такие градины не только начисто выбивают всю растительность, но иногда наносят сильные, даже смертельные ушибы человеку и животным. К счастью, крупный град бывает очень редко. Обычные градины имеют размеры не больше горошины. Но и такой град, если он продолжается долгое время, может уничтожить весь урожай на полях и огородах.

Откуда берутся крупные градины? Если считать, что град — это замерзшие водяные капли, то происхождение больших градин остается неясным, т. е. капли дождя никогда не бывают больше 8 миллиметров в диаметре.

Причиной образования больших градин являются сильные восходящие потоки воздуха, характерные для ливневых облаков. Эти потоки подхватывают дождевую каплю из нижней части облака и несут ее вверх, где она замерзает. Если восходящий поток ослабевает, такая замерзшая капля падает, но, попав в нижние водяные части облака, она оказывается холоднее капелек воды и на ней осаждаются новые ледяной слой. Если такую градину снова подхватывает восходящий поток, она вновь попадает в верхнюю часть облака и, таким образом, с каждым разом растет все больше и больше, пока собственный вес не заставит градину упасть на землю. Следовательно, размер градин полностью зависит от силы восходящих потоков воздуха и от высоты, на которую они распространяются. Летчики и планеристы наблюдали в обычных грозовых облаках вертикальные скорости воздуха до 16—20 метров в секунду, а в самых мощных

облаках с помощью киносъемки отмечались и значительно большие скорости. Поэтому не приходится удивляться, что восходящие потоки могут поддерживать в облаках градины весом до 0,5 килограмма.

Во время урагана в Москве в 1904 году выпал град, причем некоторые градины достигали веса 400 граммов и более.

12 мая 1853 года в Индии, близ Пешавара, во время сильной грозы в горах выпал необычайно крупный град. Отдельные градины имели около 8 сантиметров в диаметре; они состояли из очень плотной ледяной массы и были шарообразной формы. Этим градом было убито 48 человек и несколько сотен быков на пастбищах.

Такие крупные градины могут наблюдаться только в тропической стране, потому что именно там создаются все благоприятные условия для их образования: жара, большая влажность воздуха и мощные восходящие воздушные потоки.

Так как градины во время своих путешествий в облаках, то поднимаясь, то опускаясь, частично оттаивают и вновь замерзают, они приобретают слоистое строение. Внутренняя часть градин обычно непрозрачная, на нее намерзает прозрачный слой льда, дальше идет опять непрозрачный слой и т. д. Большие градины состоят из многих слоев. Кроме того, к некоторым градинам примерзают водяные капельки, тогда получаются градины неправильной формы, с наростами и шипами.

Во Франции, около Версаля, однажды выпал очень крупный град. Очевидец пишет: «Градины были так велики, что казались кусками штукатурки, летящими с карниза. Я не верил своим глазам. Были куски с большой кулак, да и те оказывались осколками еще больших кусков. Когда я смог высунуться из двери, я поднял первую попавшуюся градину и взвесил ее на обыкновенных торговых весах. В ней оказалось 179 граммов. Форму она имела неправильную: из большого центрального ядра выходило три рога величиною в большой палец каждый».

Обыкновенная полоса, в которой выпадает град, бывает сравнительно узкой — не более 15 километров ширины. Но в исключительных случаях град захватывает громадные зоны. Так, по описанию К. С. Веселовского, градобитие 27 мая 1843 года охватило в России район, который имел 1500 километров в длину и более 1000 километров в ширину. Конечно, град не шел сплошь над всей этой площадью, а наблюдался отдельными полосами в ее пределах. Градины в некоторых местах достигали размеров куриного яйца и причинили много бед.

Хотя градобития, как и ливни, чаще повторяются у нас на юге, но и в северной части СССР иногда возможен сильный град. В июле 1925 года во время грозы выпал очень крупный град в Левашеве под Ленинградом. Самые большие градины весили до 15—20 граммов; они имели овальную форму, причем

большая ось их доходила до 5 сантиметров. В Левашеве только частично пострадали огороды да напугались дети, которые долго еще ходили с синяками. Но несколько дальше к юго-западу град уничтожил 80% посевов на пространстве около 15 гектаров.

9 августа 1950 года в Пермской области выпали градины, размер которых превышал куриное яйцо. Каждая из них весила 100—150 граммов. Многие крупные градины представляли собой не однородную массу, а состояли из склеенных между собой более мелких градин, величиной с лесной орех. Сила града была настолько велика, что град перебил в огородах стебли подсолнечника, кукурузы, картофеля и насквозь пробил плотные кочаны капусты. В лесах град поломал ветви деревьев, убил много птиц. Большие градины сделали вмятины в кузове стоявшей на дороге автомашины. В зданиях град выбил стекла, в некоторых местах вместе с рамами, повредил крыши. На дорогах и межах длительное время были видны следы от удара крупных градин.

Снежинки

Когда при температурах ниже 0° водяной пар сразу переходит в твердое состояние, получаются не капли, а ледяные кристаллики — снежинки. Основной ледяной кристалл имеет форму правильного шестиугольника. На его вершинах осаждаются другие кристаллики, на них — новые и так получаются снежинки самой разнообразной формы. Но у снежинок всегда бывает шесть лучей или шесть углов. Иногда, очень редко, выпадают двенадцатиугольные звездочки, если две шестиугольные снежинки смерзаются в одну. При падении снежинки прилипают друг к другу и образуют снежные хлопья.

Даже простым глазом можно видеть, как тонки и изящны снежные звездочки. Но если их рассматривать в микроскоп и видеть все мелкие подробности их строения, то снежинки кажутся драгоценностями, сделанными искуснейшим мастером. При этом поражает разнообразие форм снежных звездочек. Американский любитель-натуралист Бентлей за 50 лет наблюдений собрал альбом из 5000 фотографий снежинок, причем все они были различных форм. Снимать снежинки дело нелегкое, так как они очень быстро тают и на предметном стекле микроскопа расплываются даже при морозе.

Множество фотографий снежинок получил один русский любитель в Рыбинске. Он ловил их не на стекло, а на тончайшую сетку из шелковинок.

Как именно образуются снежинки, почему они получают ту или иную форму — пока еще неизвестно, хотя ученые многих стран работают над исследованием кристаллизации не только воды, но и других веществ, кристаллы которых напоминают

снежинки. Например, звездочки, похожие на снежные, дает иодоформ. Делаются попытки связать формы снежинок с различными условиями погоды, но определенных результатов еще не получено.

Снег — друг и враг человека

Из мириад снежных звездочек и состоит тот пушистый покров, который одевает нашу землю зимой. Он имеет величайшее значение для сельского хозяйства. Мы знаем, как беспокоятся колхозники, когда ударит сильный мороз, а земля не покрыта снегом: все посевы могут вымерзнуть. Снег — очень плохой проводник тепла и не дает земному теплу уйти в воздух, а холодному воздуху проникнуть к земле. И так как на востоке Сибири обычно бывает очень мало снега, земля промерзает на большую глубину и там очень велика толщина «вечной мерзлоты».

Снег, особенно в засушливых районах, является накопителем влаги, которую весной, при таянии, отдает почве. На юго-востоке СССР и весна и лето часто бывают засушливыми, и если бы не снеговая вода, посевы уже весной страдали бы от недостатка влаги. Вот почему большое значение придается снегозадержанию: ставят щиты и другие заслоны, чтобы зимой снег не сдувало с полей и он распределялся равномернее. Большую пользу приносят в этом смысле и лесозащитные полосы.

Но не всегда снег бывает другом человеку, бывает он и врагом. Катастрофические снегопады, снежные заносы в городах и на железных дорогах, лавины в горах — это уже враждебные проявления снежной стихии, с которыми человек всеми силами ведет борьбу.

Запасы снега даже в «ливневых» облаках зимой никогда не бывают так велики, как запасы влаги в облаках летом, потому что холодный воздух содержит меньше водяного пара; мы говорили и о том, что распределение температуры зимой, когда нижние слои атмосферы часто холоднее верхних, вообще не благоприятствует возникновению мощных восходящих потоков воздуха. Но в отдельных случаях, когда мощная холодная воздушная масса подтекает под сравнительно теплую и заставляет ее бурно подниматься вверх, возможны и очень сильные снегопады.

В Париже в январе 1867 года выпал такой снег, что завалил все улицы города, и для их расчистки 15 тысяч повозок работало в течение 6 дней. Объем этого снега Фламарион оценил в миллион триста тысяч кубометров.

В Ялте в феврале 1929 года в течение четырех дней продолжался снегопад с небольшими промежутками, так что получился снежный покров толщиной около 1 метра. Такого снего-

пада в Крыму не было более 50 лет. Все сообщение остановилось. Погибло много птиц, обычно зимующих на южном берегу Крыма. 8 марта 1932 года в Москве за 12 часов выпало 30 сантиметров снега. Остановился весь городской транспорт, и на очистке улиц работали тысячи людей и машин.

В январе и феврале 1961 года газеты неоднократно сообщали о снежных бурях и заносах в Нью-Йорке. На целые часы останавливался транспорт в городе, были даже человеческие жертвы.

Плотность снега наряду с высотой снежного покрова имеет очень большое значение для выяснения запасов воды, которая в нем содержится. Зная запасы воды, можно предвидеть размеры половодья рек, что, конечно, очень важно для практической жизни. Если, например, набрать полный стакан снега и дать ему растаять в комнате, воды получится очень мало. В среднем плотность снега составляет около одной пятой по отношению к воде. А очень рыхлый, свежавыпавший при морозе снег имеет плотность всего 0,1. Наоборот, в оттепель, когда снег слеживается, он значительно уплотняется. Исходя из расчетов количества снега в окрестностях города и в районе, гидрологи могут предсказать, какой силы будет паводок.

Роса, иней, изморозь, гололедица

Очень часто говорят, что на землю «села роса», на деревья «сел иней». Создается впечатление, точно роса и иней спускаются на предметы откуда-то сверху.

На самом деле, когда предметы на земле, в частности трава, ветки деревьев и т. д., в ясную ночь сильно охлаждены лучеиспусканием, то более теплый воздух, соприкасаясь с ними, оставляет на них избыток влаги. Если температура выше 0°, получаются капли росы. При температуре ниже 0° влага замерзает в виде тонких кристалликов инея.

Роса в засушливых районах иногда спасает растения от засухи, смачивая листья и уменьшая с них испарение. Общее количество росы может составить за одну ночь слой воды до 0,3 миллиметра, что для растений равносильно дождю, хотя и очень слабому.

В пустынях, где из-за высокой температуры воздух вообще содержит много влаги, но относительная влажность днем очень мала, ночное охлаждение земной поверхности при ясном небе вызывает сильную росу. На камнях осаждается очень много влаги. Поэтому, если сложить на земле кучу камней, с них можно собрать воду даже для питья.

Иней образуется на предметах при сравнительно небольшом морозе. При сильных же морозах, в особенности если они сопровождаются туманной погодой, на деревьях, проводах и т. п.

получается слой иглистого рыхлого льда, который часто называют также «инеем». Но это не иней, а изморозь. Она осаждается преимущественно на наветренной части предметов и бывает более мощной, чем иней. Особенной мощности достигает изморозь в горах. Во Франции на горе Пюи-де Дом на мачте метеорологической станции наблюдалась изморозь до метра толщиной. Леса в горных местностях иногда за одну ночь покрываются толстым слоем изморози, точно на них выпал снег. На Мархотском перевале близ Новороссийска, на побережье Черного моря, приборы на метеорологической площадке не раз покрывались изморозью так, что превращались в бесформенные массы.

Нередко зимой наблюдается и гололед, или гололедица. Если переохлажденный дождь или туман соприкасается с каким-либо твердым предметом, то он мгновенно замерзает и покрывает его ледяной коркой. Такой коркой покрывается и вся поверхность почвы, если она достаточно охлаждена, и тогда становится невозможным какое бы то ни было передвижение. Профессор В. П. Вейнберг описывает такой случай: «Я помню одну гололедицу в Одессе, когда телеграфные проволоки рвались от тяжести покрывшей их толстым слоем хрустальной, прозрачной ледяной оболочки... Один весьма почтенный профессор, подъехав вечером к своей квартире, мог перебраться через тротуар к подъезду, только надев калоши на руки и пойдя на четвереньках».

Но гололед, особенно в наших южных районах, где он достигает большой толщины, иногда имеет и далеко не забавные последствия. Под его тяжестью ломаются деревья, рвутся провода, падают телеграфные столбы. В одном только 1922 году у нас на юге гололедом было повалено и сломано более десяти тысяч телеграфных столбов! Не выдержав ледяного груза, ветви деревьев гнутся до земли, нередко обламываются и падают.

Если после сильных морозов вдруг наступает теплая, сырая погода, то на каменных плитах, на стенах зданий, которые еще остаются холодными, выделяется влага из воздуха, иногда в виде водяного налета, иногда в виде матовых ледяных слоев. В народе говорят про это явление: «камни потеют». Метеорологи же называют его «жидким налетом» или «твердым налетом».

глава
СЕДЬМАЯ

Воспоминания

ТЕЧЕНИЯ



В есной 1959 года за короткий срок пять циклонов большой силы обрушились на остров Мадагаскар. Временами ветер дул со скоростью 200 километров в час, ломая деревья, разрушая легкие жилые постройки. Ливни достигали такой силы, что, казалось, целое море опрокинулось на остров. Реки вышли из берегов и слились в бескрайнюю водяную гладь. Из шести провинций Мадагаскара пострадало пять. Погибло несколько тысяч человек, десятки тысяч остались без крова. Всякая связь на острове была прервана. Только с вертолета и лодок можно было оказать помощь пострадавшим. Разрушены сотни городов и деревень, залиты водой тысячи гектаров некогда цветущих плантаций.

В конце сентября 1959 года стихийное бедствие постигло Японию. Тайфун необычайной силы, потоки дождя и морские волны, достигавшие 40 метров, произвели огромные разрушения. Смыты и превращены в развалины 180 тысяч домов, пострадали сотни тысяч людей, разрушено 1875 мостов, потоплено 50 судов, и 381 судно выброшено на берег.

Всею виной был ветер. Но не только в прибрежных странах он вызывает наводнения и гонит морскую воду на сушу. Нередко и вдали от моря он бывает причиной бедствий. Например, в 1958 году над Рейном пронесся сильный ураган. Под его напором леса гнулись, как тростник. Много деревьев было вырвано с корнем, сорваны с домов крыши, повалены заборы. По воздуху неслись обломанные ветки, кустарники, доски, листы железа и даже домашняя птица, подхваченная бурей. Средневековые каменные замки, целые столетия гордо стоявшие на берегах Рейна, превратились в развалины.

В песчаных пустынях ураганный ветер вздымает тучей огромные массы песка. Они застилают солнце, и на землю спускается мрак. В этой тьме с ужасающим ревом кружится горячий песок, засыпая колодцы, оазисы, хороня караваны и путников. Из истории известно, что за 500 лет до нашей эры в Сахаре погибло 50-тысячное персидское войско. Песчаная буря захватила его при переходе через пустыню и заживо погребла под горячим песком.

Песчаные бури несутся со страшной быстротой. Они нередко свирепствуют по целым суткам, а иногда, налетая внезапно, быстро кончаются.

Нет ничего ужаснее для путника, когда его застигает такая буря. Верблюды обыкновенно чувствуют ее приближение, ревут, падают на колени, вытягивают головы по земле, как бы стараясь зарыть их в песок. Люди прячутся за ними, как за прикрытием, обматывают лица платками, покрываются одеялами. Кусты и травы, вырванные из песка, летят мимо в горизонтальном полете, не касаясь земли. Шум бури похож на грохот водопада. Песок обжигает кожу, воздуха для дыхания не хватает. Потная одежда прилипает к телу, мучает жажда, слюна делается густой и вязкой.

В марте 1958 года над ОАР пронеслась сильная песчаная буря, вызвавшая нарушение транспортного сообщения. Со второй половины дня 7 марта были закрыты аэродромы и морские порты Каира, Александрии, Порт-Саида и Суэца. Судоходство по Суэцкому каналу было прервано. Поезда и автобусы междугороднего сообщения приходили с опозданием на несколько часов. Песчаная пыль, как густой туман, окутала местность. На отдельных участках видимость составляла не более одного метра. Песчаная буря продолжалась до утра 8 марта.

В пустынях и в море ветер — не случайный гость, как в городе или лесу, а постоянный хозяин. С восходом солнца, как обычно на открытом месте, поднимается слабый ветерок, который значительно усиливается к полудню, а затем вновь ослабевает к вечеру и часто затихает на ночь. Это сравнительно мирный ветер, но и он вызывает бедствия.

Все, конечно, слышали о городе Каракуле в Туркменской ССР, который прославился на весь мир бараньими шкурками и в прошлом веке разбогател на их продаже; этот город расположен в Бухарском оазисе. Постепенно на него стал надвигаться подвижный песок. Песчаные барханы вплотную подошли к улицам города, песок стал засыпать его площади, дома, арыки, фонтаны. Стада погибали от недостатка воды и корма. Разорялись жители и, бросая дома, переселялись в другие города. С каждым годом пустел Каракуль, пока из шумного торгового города не превратился в маленькую деревушку, окруженную со всех сторон горами песка.

Как же мог двигаться песок? Кто переносил его? Конечно, ветер. Для этого не надо было ни урагана, ни бури. Даже слабый ветер передвигает песчинки. А когда песок не закреплен растениями, ветер, постоянно дующий в пустыне, в несколько лет может передвинуть громадные массы песка на большие расстояния.

— Много городов и оазисов засыпано песком в пустынях, и виновник этого — ветер.

В настоящее время город Каракуль и многие другие города Туркменской и Узбекской ССР снова возрождаются. Распоряжением Советского Правительства песок вокруг Бухарского оазиса и в других местах пустыни закреплен посадками саксаула, и передвигающиеся массы песка — барханы — превратились в заросшие песчаные холмы, с которыми никакой ветер уже не может справиться.

Чем же вызваны бури? Отчего ветер иногда бывает слабый и только «чуть колышет листочки», а иногда такой силы, что ломает деревья, срывает крыши и топит корабли?

Закон ветра

Лишь в редких случаях воздух остается в состоянии покоя. Обыкновенно он перемещается и в вертикальном и в горизонтальном направлении. Горизонтальные перемещения значительно больше. Они и называются ветром.

Подобно тому, как река течет из более высокой местности в более низкую, так и воздух стекает из мест, где давление выше, в места, где оно ниже.

В жизни принято говорить: «Волен, как ветер!» Но это выражение совсем неправильное: у ветра нет своей воли, и он подчиняется строгим законам, как и все остальные явления природы.

Чем быстрее движется воздух, тем сильнее ветер.

Ветер возникает из-за неравномерного распределения давления воздуха. На холодных участках земной поверхности давление воздуха выше, чем в более теплых. Если окинуть взглядом на карте изображенные одновременно области с высоким и низким давлениями, получится нечто похожее на горный пейзаж: тут будут и барометрические горы высокого давления, и барометрические долины, и впадины, где давление низкое. Воздух стекает с барометрических гор в барометрические низины подобно речному потоку, сбегаящему с высоты к морю. Естественно, что, чем выше гора, тем быстрее течет река. Так и воздушные потоки несутся тем быстрее, чем больше разница между высоким и низким давлением.

Таков закон ветра.

Но когда река течет с гор, Земля силой своего вращения отклоняет течение реки: в северном полушарии — вправо, в южном — влево. Поэтому у рек правый берег всегда круче левого — отклоняясь вправо, река его подмывает. У потоков же воздуха нет берегов, которые сдерживают движение, и воздух свободно течет, отклоняясь вправо в северном полушарии и влево — в южном.

На земле имеются области, где всегда жарко. Это экваториальная область и тропики. Одновременно с этим существуют

гигантские холодильники — Арктика и Антарктика. Такая большая разница температур на поверхности земного шара приводит в движение огромные массы воздуха.

У экватора вследствие сильного нагрева земной поверхности солнечными лучами нагревается и воздух, понижается давление и получается приток воздуха к экватору с севера и с юга. Из-за вращения Земли воздух, притекающий с севера, все больше отклоняется вправо, т. е. принимает северо-восточное направление, а притекающий с юга — отклоняется влево, т. е. становится юго-восточным.

Теплый воздух экватора, как более легкий, поднимается вверх и по верху течет к полюсам. Так возникают обратные течения: юго-западное в северном полушарии и северо-западное в южном. Чем больше широта, тем больше отклонение. На широте 30—34 градусов отклонение достигает 90 градусов и потоки воздуха на высоте текут уже не по меридиану, а по широте — ветер принимает западное направление в северном полушарии и восточное в южном.

Вследствие того, что от экватора перемещаются вверх все новые теплые воздушные массы, на широте 30—34 градусов происходит опускание воздуха к земной поверхности, откуда он частично снова течет к экватору, а частично — в умеренные широты. На экваторе он опять нагревается и уступает место более холодному воздуху, поддерживая круговорот между экватором и субтропиками.

Постоянные северные и южные ветры, дующие в тропических широтах над земной поверхностью, называются пассатами, а дующие в обратном направлении в высоких слоях атмосферы — антипассатами.

Естественно, что у экватора, где теплый воздух образует восходящее течение, господствует затишье, штиль, которого прежде очень боялись парусные суда. По многу дней простаивали здесь парусные корабли, почти не двигаясь с места. Эти широты вечного штиля были прозваны «конскими широтами». Такое странное название появилось после открытия материка Америки, когда европейцы стали завозить в Новый Свет лошадей, которых там раньше не было. Если парусный корабль с таким живым грузом попадал в область затишья и принужден был долгое время находиться около экватора, это часто кончалось гибелью лошадей. Истощались запасы пресной воды, лошади погибали от жажды и их выкидывали за борт корабля.

Спасительные пассаты, подгоняющие корабли, были названы английскими моряками «промышленными или торговыми ветрами»: постоянство их направления и силы имело большое значение для мореплавания. А испанские моряки в середине века прозвали тропические области Атлантического и Тихого океанов за спокойные и ровные ветры «дамским морем».

Постоянные круговороты воздуха, сходные с пассатами и антипассатами, имеются и между полярными и средними широтами. По современным воззрениям, круговороты воздуха в тропических, умеренных и полярных широтах не замкнуты, и воздух из одного круговорота может проникать в другой, изменяя при этом свои свойства: температуру, влажность, плотность.

Есть еще особые ветры, которые зависят от распределения на земном шаре материков, океанов, морей и рек.

Вода и земля нагреваются по-разному. Летом суша нагревается сильнее, чем океан, зимой же она сильнее охлаждается. Разность температур создает разное давление. Вследствие этого летом на берегах морей ветер дует с моря на сушу, зимой — с суши на море. Эти ветры изменяют свое направление два раза в год. Называются они муссонами и захватывают огромные районы. Муссоны создают особые типы погоды. При летнем муссоне, дующем с моря, устанавливается дождливая, пасмурная погода, при зимнем, дующем с суши, — ясная и сухая.

Классической страной муссонов считается Индия. Здесь от муссонов зависит вся хозяйственная жизнь страны. Противоположность между летним муссоном, дующим с моря, и зимним, дующим с суши, выражена в Индии необычайно резко. Летний муссон приносит много влаги с моря, а так как он, кроме того, связан с поднятием воздуха, то при муссоне образуются значительная облачность и дожди. Зимний муссон дует с нагретой суши и связан с нисходящим потоком воздуха, поэтому он бывает сухим и жарким. Температура поднимается до 40 градусов и выше, влажность уменьшается до 20% и ниже. Смена сухого зимнего муссона влажным летним происходит так резко, что ее уподобляют «взрыву». Если влажный муссон запаздывает, это приводит нередко даже к гибели урожая.

Почти 90% всего годового количества осадков в Индии выпадает во время летнего муссона, на долю зимы приходится только 10%.

В СССР хорошо выраженный муссон наблюдается на берегах Японского и Охотского морей. Эти муссоны, особенно зимний, имеют большое значение для климата Дальнего Востока. Более слабые муссоны дуют на Черноморском побережье Кавказа, на берегах Каспийского моря и Ледовитого океана.

У берегов больших озер и морей есть еще ветры, меняющие направление два раза в сутки: днем они дуют с моря на сушу, ночью — с суши на море. Это бризы. Особенно резко они выражены в хорошую погоду. Причина бризов — также неравномерное нагревание моря и суши: днем суша нагревается сильнее, чем море, ночью, наоборот, она сильнее охлаждается.

Как измерить ветер?

Когда еще не было пароходов и все корабли были парусными (бриги, корветы, фрегаты), силу ветра определяли по числу парусов, которые мог нести корабль при том или ином ветре. Английский адмирал Бофорт составил шкалу ветров (в 1806 году), которая долгое время была в употреблении во всех странах. На этой шкале ноль означал штиль, двойка — ветер, при котором корабль делал 2 узла в час, двенадцать — ураган, а промежуточные цифры — различные силы ветра, при которых корабли могли нести те или иные паруса.

В настоящее время сила ветра измеряется числом метров, проходимых ветром в одну секунду. Для измерения силы ветра применяется мельничка или «вертушка», называемая анемометром. Ветер вертит мельничку, состоящую из четырех полушарий, которые направлены выпуклостью в одну сторону. Она вертится тем скорее, чем сильнее ветер. Такие мельнички можно видеть на крышах обсерваторий, метеорологических станций и на аэродромах. Мельничка соединена механической или электрической передачей со счетчиком ее оборотов, по числу которых за определенное время и судят о скорости ветра.

Древние народы, в жизни которых мореплавание играло громадную роль, имели довольно определенное представление о местных ветрах. Македонец Андроник на рубеже I и II веков до нашей эры построил в Афинах «Башню ветров». На этой башне был водружен флюгер в виде тритона, который, вращаясь, указывал палочкой на изображение того или иного ветра. Ветры были представлены на фронте башни в виде мужских фигур. Холодный ветер изображался старцем в темной одежде (Борей). Теплый западный ветер был представлен юношей с цветами и плодами в руках. Башня с изображением ветров до сих пор сохранилась в Афинах, но флюгер на ней давно сломан.

Чтобы определить направление ветра, русские поморы уже в XIV веке нашей эры применяли особый «ветромер». Это был диск диаметром 60—70 сантиметров по краям с отверстиями, в которые вставлялись стержни. Четыре основных направления назывались «ветрами», промежуточные между ними — «межниками». Ветры носили названия по сторонам горизонта: «полуночь», «восток», «полуден» и «заяад».

В настоящее время на метеорологических станциях для измерения скорости и направления ветра употребляется флюгер Вильда.

Чаще всего мы имеем дело с ветром, при котором воздух переносится со скоростью 3—10 метров в секунду. Скорость меньше 3 метров в секунду — это очень слабый ветер, при котором едва шевелятся листья деревьев. Ветер больше 10 метров

в секунду гнет небольшие деревья; при скорости 15 метров в секунду — это уже буря, ломающая ветки и сухие сучья и затрудняющая движение.

В наших умеренных широтах ветер ни по скорости, ни по направлению не отличается той правильностью, как в области пассатов или муссонов. Но причина возникновения местных ветров в основном все та же — неравномерное нагревание различных участков земной поверхности, вследствие которого образуются области низкого и высокого давления.

Циклоны и антициклоны

Зимой 1954 года в Западной Европе, где температура редко падает ниже нуля, внезапно — точно разорвалась бомба, наченная морозом, — распространилась волна холода. Началось это третьего января.

В Швеции, Дании, Бельгии, Италии, Югославии и Австрии, на юге Франции и в Баварии температура падала все ниже. Снежные ураганы небывалой силы опустошили Бельгию, Швецию, Данию, свалили миллионы деревьев и разрушили много строений. Из-за повреждений электрической сети некоторые города погрузились в темноту. В Италии, Австрии, в Северной Испании и Южной Франции необычайные снегопады навалили сугробы до двух метров высоты там, где обычно снега зимой почти не бывает.

Из больших городов умеренной полосы в эфире неслись поток известий. Ему вторили зловещие телеграммы из Турина, Вероны, Меца, Нанси, где температура упала до —20 градусов. Животные замерзали в хлевах, гибли леса и парки, фруктовые деревья и виноградники.

Пятого января была прервана телефонная связь Белграда с европейскими столицами. В Западной Европе воцарились страх и уныние. Рушились от тяжести снега легкие домишки безработных, построенные на окраинах городов из листов фанеры и ржавого железа. Прекратился подвоз пищевых продуктов, потому что во многих местах заносы остановили поезда и автотранспорт. Только с конца января в Западной Европе установилась нормальная для тех мест погода. Сопоставление метеорологических данных показало, что эти явления были следствием встречи двух потоков воздуха с большой разностью температур.

Перемещением больших масс холодного воздуха с севера на юг и теплого — с южных широт на север создаются в средних широтах подвижные вихри, имеющие большие размеры — до 1000 километров и больше в поперечнике. Эти вихри называются циклонами и антициклонами.

В центре циклона создается область пониженного давления. Поэтому воздух со всех сторон стекает к центру, как стекала бы вода в яму с ее краев. Сила вращения Земли отклоняет потоки стекающего воздуха вправо, так что они устремляются не по прямому, а по спиралеобразным кривым, закручиваются в северном полушарии против часовой стрелки. В центре циклона эти сходящиеся потоки вынуждены подниматься вверх. Поднимаясь, воздух попадает в области атмосферы с меньшим давлением и расширяется. При расширении он охлаждается и образуются облака и осадки.

Антициклоном, наоборот, называется область повышенного давления. Здесь воздух из центра растекается также по спиралеобразным кривым, которые закручиваются в северном полушарии по часовой стрелке, т. е. в сторону, противоположную ветрам в циклоне. В центре антициклона воздух опускается и вследствие этого сжимается и нагревается; он становится суше, так что облака здесь не образуются. Поэтому в антициклонах погода почти всегда ясная: летом теплая, зимой холодная.

Зимой 1954 года циклон над Скандинавией стал затягивать холодный воздух полярных областей. Смещаясь к югу, этот воздух попал в восточную часть мощного антициклона в Атлантике. Антициклон перенес его дальше на юг. А циклон, возникший в это же время в Греции, перенес холодный воздух, к Средиземному морю. Так, на некоторое время установилась четко работающая система передачи воздуха из полярных областей на много тысяч километров южнее. Конечно, такой сильный приток холода из Арктики к Средиземному морю, как в 1954 году, бывает довольно редко.

Циклоны умеренных широт опасности не представляют. Вся наша погода создается сменой циклонов и антициклонов, занимающих громадные площади. (К ним мы еще вернемся в главе о погоде). Иное дело — циклоны тропических широт.

Тропические бури

Тропические циклоны, которые в различных местностях называются по-разному, чаще всего зарождаются в Карибском море (вестиндские и антильские ураганы), в Китайском и Японском морях (тайфуны), Индийском океане (орканы) и в области островов Гебридских и Самоа.

Тайфуны захватывают иногда и территории Дальнего Востока. Они движутся с громадной скоростью, достигающей до 90 километров в час.

Часто при приближении циклонов слышится «странный, глухой шум, понемногу переходящий в стенание». Почти такой же шум, доносящийся с моря и предвещающий бурю, известен в Англии под названием «морского призыва». Зарождаются цик-

лоны чаще всего над океанами. Встреча двух воздушных масс — теплой и холодной — создает вращательное движение, захватывающее в поперечнике 150—200 километров. Воздух в области циклона вращается с очень большой скоростью. Чем ближе к центру циклона, тем вращение быстрее, но в самом центре стоит полное затишье и пониженное давление.

Область затишья в центре тропического циклона связана с непродолжительным прояснением неба. моряки прозвали эту область «глазом бури». Японцы, частые свидетели тайфунов, олицетворяли их в виде страшного дракона, низвергающегося с небес в разъяренное море. После появления «глаза бури», или «глаза дракона», как говорят японцы, снова ждут усиления бури. Так оно обычно и бывает, но ветер дует уже с обратной стороны.

Вот что записал один из офицеров французского фрегата «Юнона», попавшего в область циклона в Индийском океане 1 июня 1868 года: «Буря длилась уже семь часов, ежеминутно усиливаясь и сопровождаясь страшным шумом, как вдруг наступила абсолютная тишина, которую можно сравнить лишь с тою, которая наступает при взрыве мины на бастионе, взятом с боя. Мы попали в центральное штилевое пространство урагана. Тишина наступила столь внезапно, что скорее испугала нас, чем успокоила. Мы чувствовали себя как бы вне законов природы.

Вверху над нами, однако же, вихрь продолжался. На палубу со всех сторон падали птицы, рыбы, кузнечики и самые разнообразные обломки. Погибло особенно много птиц в этой воздушной пропасти. Между ними встречались болотные, что вместе с насекомыми и обломками растений доказывало происхождение циклона над островами.

Мы воспользовались штилем, чтобы спустить оставшиеся шлюпки на море, выкачать воду из трюма, распутать паруса и снасти и поставить запасной руль, а затем стали бодро ожидать новой встрепки.

По прошествии пяти часов тишины, около полудня, почувствовалось первое дуновение ветра, и через несколько секунд судно опять очутилось среди урагана. Волны шли теперь с севера, но ни один парус у нас не удержался, так что мы ничего не могли сделать для того, чтобы поскорее удалиться от урагана. Приходилось пассивно отдать себя в его распоряжение на целых два дня, так как, благодаря медленности перемещения, раньше он пройти не мог».

Самым сильным из всех циклонов, бывших до сих пор, считается циклон 1780 года, возникший 10 октября в Атлантическом океане у берегов Америки и прозванный «великим ураганом».

Парусные корабли, застигнутые ураганом в океане, пошли ко дну. Ураган налетел на Антильские острова. Вековые деревья вырывались с корнем, рушились каменные здания. Остров Санта-Лючия был совершенно опустошен, около него был потоплен целый английский флот. Одно большое судно было поднято волнами и брошено на здание госпиталя, которое было при этом раздавлено. На острове Мартинике было разрушено несколько городов, а около берегов погибло более сорока французских транспортных судов. На острове Барбадосе были снесены с лица земли все города, и развалины домов унесены в море.

Погибли десятки тысяч человек. Ветер был так силен, что поднимал в воздух людей и животных и переносил их на большие расстояния. На Подветренных островах обитатели правительственного дворца искали убежище в центре здания, предполагая, что круглая форма его и громадная толщина стен (около 1 метра) спасут его от разрушения. В одиннадцать с половиной часов, однако же, они принуждены были спрятаться в погребы, так как ветер снес все крыши и проник всюду. Но вода, поднявшись больше чем на метр, затопила погреба, и несчастные, осажденные стихиями люди поспешили на батарею, где и отсиживались от урагана под пушками, хотя и несколько пушек были сдвинуты силою ветра. Ураган был так силен, что передвинул одну пушку на 126 метров.

Свыше четырехсот морских судов потопил в бухтах и открытом океане этот «великий ураган».

Однажды во время сильной бури, бушевавшей в Индийском океане пять дней (с 23 по 28 февраля 1845 года), английский бриг в течение этих пяти дней носился по кругу под всеми парусами, гонимый ветром. К концу пятого дня он оказался опять вблизи того порта, из которого вышел в начале бури. За эти пять дней корабль сделал около 1300 английских миль (около 1700 километров), и буря совершила вместе с кораблем пять полных оборотов. Хотя этот факт и кажется маловероятным, но он полностью подтверждается записями в судовом журнале, где все время отмечались широта и долгота местонахождения корабля. Последующие вычисления показали, что судно было удалено примерно на 50 миль (около 65 километров) от центра циклона, который продвигался в юго-западном направлении.

Ураганы в Америке

Более или менее сильные ураганы повторяются в Центральной Америке почти ежегодно, чаще всего с июля по октябрь. Для удобства обозначения ураганов американские метеорологи называют их женскими именами, придерживаясь при этом алфавитного порядка: «Алиса», «Алима», «Бекки», «Виктория»,

«Дэзи», «Изабелла», «Клео» и т. д. Девятая тропическая буря 1955 года, почти разрушившая город Новый Орлеан, была названа «Изабеллой».

— Внимание! Внимание! «Изабелла» в пятистах милях от побережья! Она движется к нам со скоростью 130 миль в час. Над Новым Орлеаном она пронесется в 4 часа дня! Укрывайтесь надежнее! — предупреждали население по радио.

Но «Изабелла» появилась раньше, чем ее ждали. Почти целый час она танцевала над городом свой смертельный танец. Ставни, вывески, крыши, деревья взлетали в воздух. Корабли, стоявшие в порту и не успевшие выйти в открытое море, разбивались о каменную стену причала. Тучи песка, смешанные с водой, обрушивались на город, заливали улицы, подвалы, нижние этажи домов. Люди и животные, не успевшие укрыться, автомашины, тележки, ящики и бочки — все, что было в порту и на улицах, смывалось в море и разбивалось сильными волнами.

Утолив жажду разрушения, «Изабелла» умчалась дальше на запад, мимоходом разбивая беззащитные домишки фермеров.

В том же году огромные разрушения нанес ураган, бушевавший над Пенсильванией и соседними штатами. Затем ураганами были разрушены города Чарлстон и Сидер-Ки. А в марте 1956 года ураганным ветром было выброшено на берег несколько крупных океанских пароходов.

В американском журнале «Месячный обзор погоды» за декабрь 1958 года сказано: «В противоположность тому, что за 1957 год большая часть тропических бурь концентрировала свою активность в Мексиканском заливе, в 1958 году они преимущественно передвинулись к берегам Атлантики. Только одна «Елена» достигла берегов США (Северной Каролины); «Эмма» пересекла берег Техаса; «Альма», «Элла», «Дэзи» и «Дженис» вызвали шквалы в различных пунктах побережья США». Дальше идут перечисления других бурь: с 11 по 15 августа бушевала «Бекки», 4 сентября — «Клео», 12 сентября — «Фифи», в октябре — «Герда», «Ильза» и т. д.

Ураганы и атомный взрыв

Для борьбы с ураганами некоторые американские ученые предложили пустить в ход атомные или водородные бомбы. «Сила взрыва сброшенной в «глаз урагана» атомной бомбы переместит воздушные массы, и если ураган не утихнет совсем, то по крайней мере свернет в сторону от материка» — уверяли они. Однако большинство ученых сомневались в том, чтобы взрыв атомной бомбы мог усмирить ураган, потому что энергия, сосредоточенная в урагане, гораздо больше энергии, освобождающейся при взрыве водородной бомбы.

Исследование нескольких циклонов, прошедших над Западной Европой и СССР, показало, что их энергия примерно в 10 тысяч раз больше, чем энергия самой большой атомной бомбы. Иными словами, энергия взрыва ничтожна по сравнению с энергией атмосферных явлений. Вряд ли она могла бы создать даже небольшой циклон, если бы ее удалось направить для этой цели. Эти рассуждения косвенно подтверждаются следующими фактами. После испытаний атомной бомбы на атолле Бикини малые кучевые облака, которые были разбросаны в небе до взрыва, остались такими же. При других взрывах облачность также оставалась устойчивой. Видимо, в атмосфере запас устойчивости так велик, что он противостоит хотя и весьма существенным, но кратковременным нарушениям.

Если атомные взрывы произвести во время урагана, то весьма вероятно, что они только усилят циркуляцию воздушных масс, да еще могут направить ураган в сторону густо населенных мест. К тому же заражение воздуха и воды продуктами радиоактивного распада после взрыва атомной бомбы — слишком дорогая цена за попытку повлиять на силу урагана.

Бури средних широт

Бури бывают, как мы знаем, не только в тропических широтах, но и в умеренном поясе, но там они значительно реже.

На границе, или разделе, двух потоков, теплого и холодного, образуются вихри, или циклоны, тем более сильные, чем больше разница температуры и давления по обе стороны границы.

В летописи за 1400 год так описана буря: «По Петрове дни, в Новгородской волости Нижнего бысть буря велика, а в тот час изыде человек на поле и вседа на конь вспряжен с колесницею (телегою) и взят ветер с конем и с колесницею аки бурею носим, яко в трусе и вихре страшне, дондеже невидим бысть, и на другой день обретоше колесницу его на древе висящу... и то на друзей строне великие реки Волги, коня же кроме колесницы мертва лежаща познаша, человек же без вести, неведомо, камося дел».

23 июля 1863 года невероятной силы буря пронеслась над б. Калужской и Смоленской губерниями. В Медыни на бумажной фабрике кирпичная труба высотой 30 метров была поднята вертикально вверх и сброшена на землю, листы железа, сорванные с крыши, отнесены за 30 километров. Из пруда полностью выброшена вся вода. Деревянные дома сметены с земли без остатка. Сломаны и вырваны с корнем деревья высотой 20 метров и в целый метр диаметром.

Сильнейшая буря пронеслась над европейской частью СССР 23 сентября 1942 года. Скорость ветра достигала 30 метров

в секунду. Были повалены тысячи деревьев и телеграфных столбов. Провода были порваны.

В конце июля 1960 года сильная буря с грозой пронеслась над Ленинградом. Ветер, достигавший 9 баллов, продолжался 15 минут. Он сбивал с ног прохожих, перебил много окон, ломал в садах и скверах кустарники и выворотил с корнем много деревьев. На участке Финляндской железной дороги на некоторое время было прекращено движение пригородных поездов. Вслед за бурей хлынул сильнейший ливень.

Неоднородность поверхности и неодинаковое нагревание различных ее участков ведут к образованию вихрей малого масштаба. Разный характер почв, их цвет, влажность, положение склонов — все это вызывает различные степени нагревания поверхности, а следовательно, и нижних слоев воздуха. Кроме того, поверхность земли никогда не бывает гладкой, она шероховата, т. е. состоит из большого числа мельчайших наклонных плоскостей, которые расположены по-разному в отношении солнца, и поэтому неодинаково нагреваются. Над более нагретыми точками воздух поднимается, над менее нагретыми опускается. Таким образом, близко друг от друга возникают восходящие и нисходящие токи воздуха, перемешивающие его в вертикальном направлении, т. е. создается завихрение.

При трении воздуха о земную поверхность и при обтекании воздухом неровностей — деревьев, кустов, холмов, строений — также создаются небольшие вихри, переносимые вместе с горизонтальным потоком воздуха.

Шквал

Иногда на небе появляется странное, зловещее облако. Его основание темное, края рваные, свисающие, в середине светлая полоса. Облако идет низко над землей, и его нижний край все время меняет свои очертания. Это облако — предвестник ветра огромной силы. Шкваловый ветер по своей мощности и кратковременности похож на удар и производит большие разрушения. Шквалы налетают неожиданно и, к счастью, быстро уносятся дальше и затухают. Они обычно сопровождаются проливными дождями.

Вот что произошло с одним английским фрегатом у берегов Англии в 1878 году: «Фрегат возвращался из дальнего плавания. В этот день дул пронзительный холодный ветер, шел дождь со снегом. Впереди показались контуры гавани. Моряки уже видели людей, встречающих корабль. И вдруг, совершенно неожиданно, налетел шквал. Ошеломленные люди на пристани были сбиты с ног, такова была сила ветра. Массы мокрого снега закрыли весь горизонт, обратив день в ночь. Море закипело огромными валами. Необыкновенное стихийное явление

продолжалось не более пяти минут. Ураганный ветер так же внезапно стих, пропал снег, прояснилось небо. Но от фрегата не осталось никаких следов! Тщетно всматривались люди в море. Там было пусто. Фрегат «Эвридика» был опрокинут ветровым ударом и моментально затонул со всем экипажем. Только через несколько дней корабль был найден водолазами на дне моря у входа в бухту».

В 1937 году над Москвой после жаркой погоды пронесся сильный шквал с грозой и ливнем. В 13 часов 12 минут ветер, дувший со скоростью 10 метров в секунду, вдруг резко усилился до 26 метров в секунду. Через 2 минуты сила ветра еще возросла и достигла 35 метров в секунду, а еще через 2 минуты ветер стал так же быстро ослабевать и упал до 5 метров в секунду. Этот шквал разбил много стекол и зеркальную витрину магазина, деревья вырывались с корнем, были повалены заборы, с некоторых зданий сорваны крыши.

Смерчи и торнадо

Но еще страшнее шквала — смерч.

Несется над землей низкая черная туча, и люди с ужасом видят, как из нее протягивается вниз к земле длинная рука или хобот. Он еще не коснулся земли, как снизу навстречу ему уже поднимается столб пыли, песка, камней, листьев, словно и земля протягивает руку навстречу грозной туче. Обе руки соединяются в гигантский столб, который, крутясь, свистя и извиваясь, идет по земле, всасывая в себя все, что встречается ему на пути: почву и воду, камни, деревья, людей и животных.

А смерч в море! Только судно с сильной машиной может уйти от него. Парусному кораблю или рыбацкой лодке невозможно спастись, когда смерч идет прямо на них. Остается только ждать, пройдет ли страшный вихрь мимо или обрушится на корабль. В старину бывало, что военные фрегаты расстреливали смерч из пушек.

Сила ветра внутри смерча огромна, намного сильнее урагана, — скорость его достигает 100 метров в секунду и более. Проходя по суше или воде, смерч, как огромный пылесос, всасывает в себя воду, почву и все, что встречает на своем пути.

Летом 1904 года смерч пронесся над Москвой. Лефортовская пожарная команда приняла столб пыли, поднятый смерчем, за дым от пожара и спешно выехала его тушить. Но вихрь разметал пожарные рукава, разбил линейку в щепки и разбросал пожарных во все стороны. В журнале «Нива» этот смерч описан очевидцами: «16 июня в исходе 5-го часа дня показалась громадная, черно-багровая туча. Она со стремительной быстротой неслась, касаясь земли. Туча неслась под грохот грома и

вырывала с корнем многолетние деревья, выворачивала громадные камни, срывала железные крыши с домов, тяжеловесные вывески, превращала в щепы телеграфные и телефонные столбы и разрушала целые здания... На Немецком рынке в самый вихрь попал городской, стоявший на посту. Его подняло высоко в воздух, поколотило большими градинами и отбросило в сторону.

В окрестностях Москвы ураган причинил еще бóльшие разрушения. Начавшийся к югу от Москвы ураган разрушил до основания деревню Чагино, потрепал другие деревни. Смерч поднимал с земли людей, скот, тяжелые предметы, деревья по пути все до единого вырваны с корнем. Крыши носились по воздуху, делая перелеты по несколько десятков сажен. Одного мальчика 14 лет несколько раз поднимало в воздух. Падая, он не расшибся только благодаря мягкой пахотной земле... Вихрь изуродовал и разбросал пасшийся в поле скот. Пастухи рассказывают, что попавшие в центр вихря коровы были подброшены с силой вверх. На железнодорожном переезде будка была поднята на воздух вместе с бывшим в ней стрелочником. Пролетев около 50 шагов по воздуху, будка разбилась о мостовую. Стрелочник получил незначительные ушибы. На платформе Митьково товарный вагон был сброшен в пруд. Дачники Люблино оказались замурованными в своих домах. Груды вырванного леса заложили все выходы. Целая Анненгофская роща упала, «как по команде».

Смерч имел вид черного крутящегося столба и походил на столб дыма от пожара. Там, где он проходил над Москвой-рекой, он втягивал в себя столько воды, что обнажилось дно реки».

Смерчи или родственные им «торнадо», как их называют в Америке, редко бывают в умеренном поясе. Чаше всего они наблюдаются в тропической зоне и у нас на Дальнем Востоке. Сила их настолько велика, что они переносят с места на место груженные вагоны, поднимают в воздух целые стада коров. Характерные для США торнадо своей силой превосходят тропические циклоны. Деревья, лошади, скот уносятся вихрями. Известен случай, что телега весом 600 килограммов была поднята в воздух. Фермеры и население небольших городов строят специальные погреба, в которых прячутся при приближении торнадо.

Американские торнадо значительно сильнее европейских смерчей и возникают гораздо чаще. Такое частое и сильное развитие торнадо в США объясняется тем, что там на сравнительно узкой полосе потоки влажного и теплого воздуха, идущего с Мексиканского залива на север, постоянно встречаются с холодным и сухим воздухом, идущим с северо-запада Тихого океана и Канады.

При огромной скорости торнадо ветер разрушает даже кирпичные дома. Бревна, доски, палки, несущиеся в урагане, таранят здания. Птичьи перья и соломинки пронизывают толстые доски.

В средних широтах смерчи и торнадо принадлежат к исключительным явлениям природы и наблюдаются всего несколько раз в столетие. 17 августа 1951 года во второй половине дня через Химкинский район Московской области пронесся торнадо. По описаниям очевидцев, это было величественное, интересное и страшное зрелище. Между 16 и 17 часами с южной стороны горизонта образовалось грозное облако зловещего вида. Оно часто пронизывалось сверкающими молниями. Через некоторое время от облака к земле стали спускаться воронки или слоновьи хоботы гигантского размера. Эти хоботы то спускались, то поднимались, то исчезали, то вновь появлялись. Спустя несколько секунд один из хоботов опустился в лес. Некоторые очевидцы отмечали не один, а несколько таких красновато-черных столбов, достигающих земли. Стало так темно, как будто наступила ночь. Послышался шум приближающегося вихря и треск ломающихся деревьев. Торнадо сопровождался сильным ливневым дождем и крупным градом. Отдельные градины превышали по размерам гусиное яйцо. Молнии сверкали беспрестанно. Торнадо прошел через несколько деревень и железнодорожную станцию Сходню и затух у берегов реки Клязьма, проделав путь в 10 километров. Он сломал, повалил и вырвал с корнем на своем пути множество деревьев, толщина которых доходила до 60—70 сантиметров, срывал крыши с домов, а на станции Сходня сорвал и перевернул деревянную железнодорожную платформу.

Смерчи на море хотя и крутятся с невероятной быстротой, все же их сила не так велика, как сухопутных. Известен рассказ о том, как одно большое судно было захвачено смерчем. Вихрь ставил корабль то на нос, то на корму, залил все каюты водой, но потопить его так и не смог.

В Черном море небольшие смерчи можно наблюдать каждое лето. Они появляются обыкновенно среди дня по одному, а то и по несколько сразу. Издали, с берега, кажется, что водяные столбы стоят неподвижно и потом вдруг рассыпаются. 1 сентября 1958 года в Крыму против горы Аю-Даг, в 4—5 километрах от берега, в море появились два гигантских темно-серых смерча. Изогнутые верхние части смерчей сливались с густыми черными тучами, а внизу соединялись с морем, образуя воронки диаметром в несколько десятков метров. Вскоре появились еще два смерча. Первые два, дойдя до горы Аю-Даг, рассеялись, а последние два смерча были рассеяны рефрижераторным рыболовным судном. Интересно, что на американском озере

Иссель однажды наблюдалось 18 смерчей одновременно, как сообщает американский журнал «Погода».

В пустынях песчаные смерчи возникают часто. Они опасны для караванов, которые могут быть засыпаны песком. Но бывают и очень небольшие песчаные смерчи, которые, внезапно возникая среди барханов, пробегают несколько сотен метров и рассыпаются. Иногда несколько столбов песка кружат по пустыне, сталкиваются и рассыпаются и вновь возникают.

Бураны

В наших степях, в Средней Азии и Сибири нередко бывают зимой снегопады, сопровождаемые сильным ветром, который не только метет снег по земле, но и поднимает его высоко в воздух. Такие особо сильные метели называются буранами и пургой. Больше всего метелей бывает в январе и феврале. Скорость ветра при обычных метелях бывает от 6 до 9 метров в секунду, а при пурге она значительно больше.

Иногда метели заносят дороги, путники сбиваются с пути и их засыпает снегом. Бывает даже, что метель громадными сугробами заваливает избы; так что их приходится откапывать.

«Вот уже 14 февраля (1953 г.), а бураны нас доняли до одурения, — писал очевидец из Кустанайской области в Казахстане. — Пришли за мной из сельсовета, а нас замуровал снег и пролезть к нам нельзя. Прислали раскопать, материал дали писать на дому, а утром опять раскопали и взяли написанное. У нас есть улицы, даже целые аулы, которые совершенно покрыты снегом и представляют собой холмы, при этом от 30—40-градусных морозов снег затвердел и можно на санях с лошастью проехать по верху, не подозревая, что внизу живут люди, есть скот и дворы. Такие случаи бывали с командировочными, особенно в темноте: искали аул, а его нет! Утром разглядели лазы в сугробах...»

Хорошо описана метель в книге Ауэзова «Абай»: «Порывы ледящего ветра с протяжным воем смешивали перед глазами небо и землю. Мелкий снег кружил, занося путников. Ветер нестерпимо резал виски. Нет ни земли, ни неба, ни гор, ни холмов, ни долин... То, что происходит кругом, Абай не может выразить по-казахски, ему вспоминаются два слова из русских книг: хаос и стихия».

Борá

Древние греки называли северный холодный ветер Бореем. Отсюда, по-видимому, произошло и название «бора» — холодно-го ветра, который с ураганной силой обрушивается с невысоких горных хребтов на теплые морские побережья.

Греки изображали «Борея» в виде старца с седой головой. Но «борá» — не старец, это скорее молодой и коварный силач! «Бичом божьим» называли его в старину русские моряки.

Новороссийск, как и Триест на Адриатике, расположен на побережье теплого моря, отделенного сравнительно невысоким горным хребтом от внутреннего нагорья. Зимой это нагорье значительно охлаждается и возникает очень большая температурная разница с теплым морским побережьем. Если к этому еще присоединяется высокое давление внутри страны, то массы холодного воздуха переваливают через хребет и спускаются по другую сторону вниз к побережью в виде «падающего ветра». Не надо, конечно, думать, что они падают вертикально, наподобие воздушного водопада. Угол наклона их движения к горизонту невелик — не более 15 градусов. Но и этого достаточно, чтобы развить очень значительную энергию.

Обрушиваясь в море, ветер поднимает волны и брызги, которые тут же замерзают, и все предметы покрываются толстой корой льда. При сильных бурях нередко обледеневают и гибнут большие суда. Маяки, телеграфные столбы превращаются в бесформенные глыбы. Так как этот ветер зависит от падения воздуха с хребта, он ослабевает с удалением от берега, и поэтому при приближении боры единственное спасение для судов — выйти в открытое море.

К. П. Паустовский так описывает бору: «Море клокочет, как бы пытаясь взорваться. Ветер швыряет увесистые камни, сбрасывает под откос товарные поезда, свертывает в тонкие трубки железные крыши, качает стены домов. Человек, застигнутый борой на улице, катится по ветру, пока не задержится у какого-нибудь препятствия».

При боре 2 ноября 1928 года, как рассказывает один очевидец, сила ветра была потрясающая: «Ветром выбросило на берег один наш пароход и потопило турецкий. В городе посыпало массу крыш, на станции перевернуло вагоны. На берегу огромный, на сто тысяч пудов нефтяной резервуар силой ветра оказался вдавленным внутрь так сильно, что вместо своей обыкновенной цилиндрической формы принял вид какой-то фасолины».

На Новой Земле, где центральная возвышенность окружена с нескольких сторон горными хребтами, имеются примерно такие же метеорологические условия. Пересекая остров, ветер под влиянием горных хребтов меняет направление и силу и появляется на побережьях в виде боры.

По-видимому, здесь большую роль играют и вихревые движения воздуха, вызывающие образование в начале боры особых облаков над горами, имеющих оригинальную грибообразную форму.

Сила ветра во время боры́ доходит до 20—30 метров в секунду, отдельные же порывы еще сильнее. Немудрено, что ветром выбрасываются на берег суда, с гор несутся камни, людей сбивает с ног.

В Малых Кармакулах в 90-х годах прошлого столетия работал метеорологом-наблюдателем монах Иона. Он рассказывал академику Чернышеву, что однажды буря разыгралась в дни праздника пасхи. Сцепившись руками, монах с богомольцами добрались ползком до церкви. Но когда по окончании службы богомольцы стали выходить поодиночке, они подхватывались по очереди ветром и разбрасывались по льду и по берегу бухты. самого же Иону ветер перебросил на несколько десятков метров прямо к дверям его жилища.

Борá известна также на Байкале (под названием «сарма») и во многих других горных местностях.

„Пожиратель снега“

Во многих горных странах, особенно в холодное время года, дует временами очень сухой и теплый ветер. Удивительно, что этот теплый ветер дует с гор, покрытых вечным снегом и ледниками. Называется он «феном».

Фены уже давно были исследованы в Альпах. Вначале их считали горячими ветрами, приходящими туда из Сахары. Однако их причина в основном та же, что и «боры́». Фен — родной брат боры́, но характер у него гораздо мягче.

Если по одну сторону горного хребта устанавливается область низкого давления воздуха, по другую — высокого, то при определенном расположении этих областей создается течение воздуха от высокого давления к низкому через горный хребет. Поднимаясь на наветренной стороне, воздух при этом поднятии расширяется и охлаждается. Известно, что пока воздух не достиг точки насыщения, он охлаждается приблизительно на один градус на каждые сто метров подъема. На некоторой высоте он охлаждается настолько, что достигает насыщения, и часть влаги выделяется в виде облаков и осадков.

Поднимаясь дальше, воздух охлаждается уже на 0,5—0,6 градуса на каждые 100 метров. Но, перевалив через хребет, он опускается уже насыщенным, а потому нагревается при спуске, как и охлаждался первоначально, опять на 1 градус на каждые 100 метров. При этом он все более удаляется от точки насыщения и, таким образом, приходит вниз в долину в виде сухого и теплого ветра. Если хребет достаточно высок, то перевес нагревания при опускании над охлаждением при поднятии может быть очень значительным, и потому температура в долине сильно повышается: ветер, дующий с холодных ледяных вершин, оказывается едва ли не жарким. А когда он дует с невысокого,

одетого лесом хребта, как Мархот над Новороссийском, он проявляется в виде холодной «боры». Дело здесь именно в том, что при опускании с невысокого хребта воздух не успевает достаточно нагреться. К тому же и воздушные массы, притекающие сверху, в условиях боры сами по себе холодные.

Фены очень часто наблюдаются в горах Главного Кавказского хребта, в Закавказье (особенно в районе Кутаиси), на Алтае, в горах Средней Азии.

Изменения температуры и влажности при фене происходят чрезвычайно резко. Так, при фене на Зеленом Мысу в районе Батуми 28 февраля 1915 года температура поднялась в течение дня (с 7 часов утра до 21 часа вечера) с 9 до 24,4 градуса, а относительная влажность упала с 99 до 16%.

При фене во Владикавказе в 1879 году с утра 1/XII до 13 часов 2/XII температура поднялась с 2,5 до 20,2 градуса, а влажность упала с 94 до 27%. Сила ветра доходила до 14 метров в секунду.

Когда фен дует несколько дней подряд, он быстро «съедает» снеговой покров.

Еще быстрее пожирает снег ветер «чинук». Это ветер типа фена, который спускается с очень высоких Скалистых гор в Северной Америке, с их восточных склонов. Название ветра произошло от названия одного племени северо-американских индейцев. Чинук дует с запада на юго-запад иногда по 3—4 дня подряд. Зимой он бывает таким теплым, что иногда пожирает за короткий срок слой снега до 30 сантиметров толщиной, причем снег даже не превращается в воду, а сразу испаряется. Снег тает так быстро, как будто на него направили струю пара или горячей воды. Индейцы так и называют этот ветер «пожирателем снега».

В штате Монтана в ночь с 27 на 28 декабря 1894 года термометр при чинуке поднялся за 7 часов с -40 до $+4,4$ градуса (почти на 45 градусов).

Благодаря этому ветру к востоку от Скалистых гор плоды созревают быстрее, чем к западу, скорее появляются травы и можно раньше переводить скот на пастбища.

Где бывают самые сильные ветры?

На суше скорость ветра вообще меньше, чем на море, потому что ветер на своем пути встречает различные препятствия, задерживающие его. Но есть места, где в силу самого их положения часто дует сильный ветер.

Как известно, ветер вообще возрастает по мере удаления от поверхности земли. С одной стороны, с высотой убывает плотность воздуха, с другой — уменьшается трение, которое сильно сказывается у земной поверхности. Поэтому на высоких горах,

особенно близ вершин, почти всегда дует очень сильный ветер. Это хорошо известно альпинистам. Но если горы защищены еще более высокими хребтами, то и на горах может быть очень слабый ветер. Так, например, в Алма-Ата средняя годовая скорость ветра составляет всего один метр в секунду — практически это настоящее затишье. Такого же порядка скорости ветра в Гуньбе (в Дагестане) и других защищенных горных местностях.

Мы видели, что в местах, где возможна большая разница в нагревании соседних участков, часто развиваются ветры значительной силы.

Чрезвычайно сильные ветры наблюдаются над ледяными просторами Арктики и Антарктики. Самым ветреным местом на земном шаре, по-видимому, является Земля Адели в Антарктике. Уже австралийский ученый Маусон, зимовавший на Земле Адели в 1911—1913 годах, писал, что за все время зимовки не прекращался шум бури. Все камни там отполированы ветром, который во время пребывания экспедиции дул в среднем за сутки со скоростью 36 метров в секунду, а отдельные порывы доходили до 65 метров в секунду. Большую часть зимы пришлось провести в доме. Выйти не было никакой возможности, так как ветер сбивал с ног. Временами можно было ходить только согнувшись, с металлическими кошками на ногах, чтобы не унес ветер.

Маусон назвал Землю Адели «полюсом ветров».

Это название полностью оправдалось во время зимовок исследователей на антарктических станциях близ побережья в пятидесятые годы. На советской станции «Мирный» было отмечено за год 247 дней со штормом, максимальная средняя суточная скорость ветра была 28 метров в секунду, отдельные порывы — до 55 метров в секунду. На Земле Адели в 1951 году наблюдались средние скорости до 45 метров в секунду, а максимальные порывы достигали 90 метров в секунду! Причина таких огромных скоростей ветра — рельеф Антарктики: холодный и плотный воздух спускается по склону ледникового плато из глубины континента к более низкому и сравнительно тепловому побережью и все время увеличивает свою скорость, как лавина в горах. Внутри материка скорость ветра значительно меньше; ветер слабее и в тех пунктах побережья, где в силу устройства поверхности нет стока холодного воздуха.

В СССР самым ветреным местом можно считать седловину хребта Варада (Мархотский перевал, 435 метров над уровнем моря) над Новороссийском. Летом ветер здесь бывает редко. С одной стороны хребет обрывается круто к морю, с другой пологий склон гор покрыт лугами и густым лесом. Ветер начинается с ноября; то дует норд-ост или «борá», то «морьяк» со стороны моря. Средняя скорость ветра за год на Мархоте равняется 9 метрам в секунду. Это наибольшая годовая средняя

скорость во всем Советском Союзе. Бывают годы, когда в зимние месяцы средняя скорость достигает 14—16 метров в секунду, а во время бурь сила ветра нередко доходит до 40 метров в секунду.

На Мархотском перевале расположена метеорологическая станция, устроенная специально для изучения боры. Один из заведующих станцией, проживший на перевале больше 20 лет, так шутливо определял силу ветра: «Когда я во время наблюдений с трудом иду к приборам, это более 16 метров в секунду. Когда мне, чтобы не слететь в обрыв, приходится держаться за все, что есть на дороге, это уже больше 25 метров в секунду. А когда я иду на четвереньках, это уже около 40 метров в секунду».

Однажды в бурю дочь и сын заведующего станцией не могли пройти до дверей дома. Хотя они держались друг за друга, их обоих сносило ветром к обрыву, и им пришлось сесть на землю, уцепиться за стену и просидеть так до короткого затишья, а потом ползком добраться до здания станции.

Наибольшая скорость ветра

Получить записи скорости ветра во время урагана очень трудно, почти невозможно, потому что обыкновенный флюгер не приспособлен для таких скоростей. Европейские страны не подвержены ураганам или торнадо, которые бывают в тропиках. Все же наибольшая сила ветра, записанная на Британских островах специальными анемографами, была равна 40,2 метра в секунду (27 января 1920 года).

В Северной Каролине (в Уильмингтоне), прежде чем чашки анемографа были сломаны, он записал силу ветра 61,6 метра в секунду. Считают, что при этом урагане сила ветра доходила до 73 метров в секунду. В устье Миссисипи во время урагана 29 сентября 1915 года по анемографу удалось получить запись силы ветра до 96 метров в секунду.

В апреле 1934 года на горе Вашингтон в Северной Америке при помощи особых анемографов были отмечены скорости до 102 метров в секунду. Это, вероятно, самые большие скорости ветра, какие только встречаются у поверхности земли.

Растение и ветер

Ветер обычно не имеет постоянного направления и скорости. Он дует неравномерно — толчками, порывами.

Порывистость ветра связана с небольшими вертикальными вихрями, которые образуются при обтекании воздухом неровностей земной поверхности или же при неодинаковом нагревании ее отдельных участков. При этом в воздушном потоке образуется огромное количество вихрей различных диаметров. Они

увлекаются основным горизонтальным потоком, но ветер испытывает в каждой точке быстрые изменения направления и скорости, что и составляет его порывистость.

Растительность значительно ослабляет силу ветра. Большим препятствием для ветра всегда является лес. Ветер обтекает его с опушек и сверху, лишь отдельные струи проникают вглубь. Скорость ветра в лесу ослабевает, а у самой земли наблюдается затишье. Близ леса с подветренной стороны ветер движется вдоль поверхности земли с уменьшенной скоростью, но на расстоянии около полукилометра от леса скорость опять достигает своей первоначальной величины.

Наблюдения за направлением и строением воздушного потока ведутся с помощью небольших воздушных шариков, которые уравновешены так, что не поднимаются вверх, а летят вместе с ветром.

Когда воздушный поток проносится над лесом, его структура значительно меняется. Воздух обтекает многочисленные неровности, образуемые кронами деревьев: благодаря этому получается множество мелких вихрей, увлекаемых основным горизонтальным потоком. Такая завихренность (турбулентность) воздуха над лесом обнаруживается самолетами до высоты 200—300 метров.

Деревья, конечно, больше подвергаются влиянию ветра, чем трава, потому что у земной поверхности скорость ветра гораздо меньше, чем на высоте деревьев. Там, где часто дуют сильные ветры (на высоких горах, в тундре), деревья приобретают, как бы спасаясь от них, характерную стелющуюся форму.

В местах, где ветры дуют почти постоянно в одном направлении, деревья имеют однобокую крону, вытянутую в сторону господствующих ветров, и стволы бывают изогнутыми, отчего меняется и внутреннее строение деревьев.

Ветер играет большую роль в опылении растений, а также в распространении семян, которые переносятся им на большие расстояния.

Как заставить ветер работать?

Ветер — это неиссякаемый источник энергии. С его действием мы встречаемся везде и всегда — в городе и в лесу, в горах и полях, на просторах пустынь и океанов, независимо от времени года и часов суток. Но недаром говорят «непостоянен, как ветер»: сильные ветры сменяются слабыми или даже периодами полного безветрия. Все же энергия ветра в природе постоянно возобновляется, и запасы ее поэтому практически беспредельны.

Ветровые двигатели были известны уже в глубокой древности. В Китае и Японии ими пользовались несколько тысяче-

летий назад. Возможно, что именно ветряк был первой вращающейся машиной.

В Европе ветряки — ветряные мельницы — известны с 718 года, когда они впервые появились в Богемии. В 1105 году во Франции одному монастырю было выдано разрешение на постройку ветряной мельницы. Этот документ — первое упоминание о ветряном колесе в Западной Европе. К концу XII века ветряные мельницы уже были широко известны в различных местах Европы и Ближнего Востока. С тех пор основные принципы ветродвигателя остались почти неизменными.

С оригинальным применением силы ветра встретился академик Паллас в XVIII веке во время путешествия по Тибету. Он видел, как при помощи мельнички ветер вращал цилиндр с написанными на нем молитвами. Тибетцы, очевидно, считали, что такая уловка освобождает их самих от необходимости молиться божеству, за них это сделает ветер.

В Голландии ветряные двигатели сыграли огромную роль в жизни страны. Голландцы заимствовали ветряные мельницы из Германии, где это изобретение вызвало борьбу между дворянством, церковью и императором. Они спорили о том, кому из них принадлежит ветер и его сила, иными словами, кто должен распоряжаться ветряными двигателями. В Голландии ветер вернул населению землю, заболоченную и частично захваченную морем. Здесь было построено несколько тысяч ветряных двигателей для откачки воды из низменных и заболоченных мест. Только с их помощью страна могла успешно бороться с наступающим морем и отвоевать от него значительную часть суши.

В XVII—XVIII веках ветродвигатели применялись в Голландии не только для ирригационных нужд и в сельском хозяйстве, но и в промышленности. Они приводили в действие машины на маслобойных заводах, в бумажном производстве, на лесопилках, в пеньковой и парусиновой промышленности. Еще в 1836 году в Голландии имелось 12 тысяч ветродвигателей только для предохранения двух третей территории страны от обратного превращения ее в болото.

В России до Октябрьской социалистической революции работало 200 тысяч сельских ветряных мельниц. В 1914 году ими было перемолото 2 миллиарда пудов зерна, на что потребовалось бы около 4 миллионов тонн топлива. И это несмотря на то, что мельницы строились без специальных технических расчетов, были примитивны и громоздки.

За годы первой мировой и гражданской войны часть мельниц разрушилась из-за военных действий, из-за ветхости и отсутствия ухода за ними. Владимир Ильич Ленин уже в 1918 году обращал особое внимание ученых на необходимость широко использовать ветродвигатели не только в земледелии, но и для электрификации промышленности и транспорта.

Очень старой, конечно, была идея использования энергии ветра для парусного флота, знакомого всем древним народам. Парусные суда давно сменились паровыми и нефтеналивными. Ветряные же мельницы почти все заменены нефтяными или бензиновыми двигателями. Так неужели же использование энергии ветра признано невыгодным?

Действительно, могут сказать, что если ветер стихнет на неделю, то и ветровой двигатель встанет и ничего с ним не сделаешь. Однако в распоряжении человека есть технические средства (аккумуляторы и т. п.), которые приходят на помощь в этом случае.

И действительно, даже крупные недостатки ветровой энергии: непостоянство, неравномерность воздушных потоков и временное полное затишье, не исключают возможности широкого использования силы ветра. А запасы энергии ветра огромны. Профессор Н. В. Красовский считает, что если использовать силу воздушных потоков на территории СССР, то ежегодно она будет производить 18 триллионов киловатт-часов электроэнергии!

Но для того чтобы ветродвигатели могли обслуживать сельское хозяйство и различные предприятия, необходимо прежде всего учесть условия местности, среднюю скорость ветра, частоту затишья и т. п., чтобы выяснить, выгодна ли здесь установка ветряного двигателя. На это могут дать ответ метеорологические станции. Имеются, конечно, места, где ставить ветряной двигатель нет никакого смысла, но есть места, где он принесет несомненную пользу.

У нас этими вопросами всесторонне занимается Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ). Им разрабатываются наиболее выгодные формы, размеры и число крыльев ветряка, многие типы ветряных двигателей для всевозможных целей и для различных местностей.

В настоящее время в СССР разработаны самые совершенные в мире конструкции ветродвигателей различных назначений и мощностей — от сотен ватт до нескольких тысяч киловатт в одном агрегате.

Ветряные двигатели в первую очередь являются машинами сельскохозяйственными. Искключительную пользу приносят уже теперь ветронасосные установки. Одни из них перекачивают воду для полива разных сельскохозяйственных культур, другие выкачивают воду из глубоких степных и пустынных колодцев для водопоя скота. В засушливых областях Советского Союза ветер, который был только иссушающим фактором, вечным помощником засухи, теперь постепенно превращается в ее врага и в друга человека, так как служит источником дешевого увлажнения и орошения.

Академик А. В. Винтер пишет: «Ветровая энергия — один из самых доступных и дешевых видов энергетического сырья, применение которого в энерговооружении нашего сельского хозяйства несомненно будет иметь огромное значение».

В целом ряде районов нашей обширной Родины ветряные двигатели полезнее и выгоднее всяких других. Таковы, например, арктические и субарктические районы, где сама природа подсказывает применение энергии ветра. Ветер дует здесь почти постоянно с большой силой, а топлива, как известно, нет никакого. И теперь уже почти все наши арктические зимовки обслуживаются ветросиловыми установками. Кроме того, ветровые двигатели могут найти широчайшее применение в прибрежной полосе Дальнего Востока, в Восточной Сибири, на Камчатке, на Сахалине, в пустынях Средней Азии, на побережье Каспийского моря. Ветер в этих районах во все времена года отличается большой силой и сравнительным постоянством.

АТМОСФЕРНОЕ

глава
ВОСЬМАЯ

Вектрис



дно из самых страшных проявлений стихии — гроза. Она поражает воображение неожиданным сверканьем молний, оглушительными ударами грома.

«Илья пророк в колеснице по небу едет», «разыгрались силы небесные», — говорили в старину. Со страхом смотрели люди на сизые тучи, закрывавшие собою Солнце, на огненные стрелы, падающие с неба, и возносили молитвы к богу, чтобы он перестал на них гневаться.

А когда появлялись огненные языки на колокольнях и на корабельных мачтах, люди радовались им, как предвестникам удачи.

В древние времена все, связанное с атмосферным электричеством, казалось загадочным и необъяснимым.

Капризы молнии

Особенно удивляло человека причудливое поведение молнии — оно иногда так неожиданно и непонятно. Наши суеверные предки были убеждены, что молния — это стрела божья, которая всегда била в то место, где сидит дьявол. Во время грозы он укрывался от бога в горах или в лесу, прятался под высокими деревьями, влезал в дупло или проникал в жилые дома. Этим народ объяснял себе, почему молния чаще всего попадает в высокие деревья и строения. Суеверные хозяева затворяли окна и двери во время грозы, чтобы «нечистые духи», гонимые молниеносными стрелами бога, не спрятались в избе. Молния, действительно, то убивает, то оставляет печать на теле или «расписку» на земле, то медленно катится огненным шаром и взрывается, оставляя дым и запах серы.

Иногда молния может убить человека, не коснувшись его одежды, иногда раздеть человека догола, не причинив ему ни малейшего вреда и уничтожив одежду. Бывает, что молния сжигает только белье, верхнее же платье остается целым, или сгорает только подкладка пальто, а верх остается нетронутым. Бывает и так, что сгорает кожа человека под нетронутой одеждой.

Был случай, когда молния, влетев в дом, пробуравила стоявшую на столе в центре стопку тарелок, и притом не все, а приблизительно через две тарелки третью.

Рассказывали, что однажды молния ударила в горную хижину, находившуюся на высоте двух тысяч метров над уровнем моря. Острые громоотвода расплавилось. Молния спустилась по громоотводу и разделилась на три ветви. Первая ветвь попала внутрь домика, а две другие — в полуподвальное помещение, где спрятались несколько туристов. Все они получили ожоги. У одной женщины расплавилась на шее золотая цепочка, у другой были сорваны сапоги, причем один из них застрял в щели расщепленного молнией пола. Гвозди в стенах и все металлические предметы оказались расплавленными. В стенах обнаружены отверстия, через которые вылетели ветви молний, и в земле можно было проследить пробуровленные дыры, напоминавшие кротовые ходы.

Самое страшное то, что молния иногда убивает человека. При этом бывает, что убитые остаются сидеть или стоять в том положении, в котором их застала внезапная смерть. Несколько лет назад в одном из колхозов Ульяновской области семья сидела за столом и ужинала, когда разразилась гроза над селом. Молния влетела в разбитое окно и убила одного из ужинавших. Убитый остался сидеть за столом, и невредимые члены семьи не сразу заметили, что он мертв.

Часто у людей, убитых молнией, на теле не бывает никаких повреждений. На это обратили внимание еще в древности. Плутарх (древнегреческий писатель I века нашей эры), например, писал: «Молния убила их, не оставив никаких следов удара, раны и ожога».

Довольно часто молния оставляет на теле пострадавшего отпечатки разных предметов. Однажды во время грозы трое детей спрятались под деревом. Молния ударила в дерево и описала вокруг него несколько кругов. Дети прижались друг к другу, дрожа от страха. Они не пострадали, но когда пришли в себя, то на теле одного из них оказалось точное изображение дерева.

Летом 1953 года под Москвой во время грозы несколько девушек бежали с поля домой. Шел дождь. Одна из девушек внезапно упала, убитая молнией, а бежавшие рядом с ней подруги совсем не пострадали.

Много миллионов лет человек боялся грозы и не пытался даже вникнуть в ее «тайны».

В XVIII веке некоторые ученые утверждали, что звонить в колокола во время грозы опасно, звон будто бы способствует тому, что облака обрушиваются, разрываются и из них вылетают частицы серы и селитры, опасные для человека. Недаром, говорили они, гром чаще всего попадает в колокольни.

«Небесный карающий огонь» считался вообще непобедимым. И только 200 лет назад любознательность ученых поборола страх перед грозой, и человек попытался ее изучить.

Как человек поймал молнию

Одним из первых, кто стал исследовать грозовые явления, был М. В. Ломоносов. Он еще в 1752 году экспериментально доказал, что в атмосфере существует электрическое поле и что молния представляет собой не что иное, как электрическую искру.

В том же году в Америке Вениамин Франклин производил опыты с воздушным змеем. Он, как и Ломоносов, причиной молнии считал электричество. Чтобы практически убедиться в этом, он сделал воздушный змей, к одному краю которого прикрепил проволоку, а к другому привязал шелковую бечевку. К концу бечевки, которую он держал в руке, был привязан металлический ключ от двери.

Затем в один бурный день, когда гроза гремела над самым домом, Франклин пустил змей в облака, метавшие молнии, и, стоя на крыльце своего дома, ожидал результатов опыта.

Когда облако разразилось молнией и громом над самым змеем Франклин заметил, что внешние мелкие волоконца его бечевки, до тех пор незаметные, стали словно ершиться и приподниматься. Он попробовал приблизить к этим волоконцам палец и увидел, что они притягиваются по направлению пальца. А когда он дотронулся до ключа, то мгновенно почувствовал характерный толчок, обыкновенно вызываемый электрическим током, и увидел искру.

В ту же минуту полил дождь. Бечевка промокла, и электричество продолжало приливать вниз к ключу так обильно, что Франклин успел зарядить им несколько лейденских банок при помощи ранее заготовленных проволочных проводников.

Далее Франклин рассуждал так: «Если молнию можно притянуть к земле из облаков искусственным путем, то, наверное, ее можно направить куда угодно, когда она сама падает на землю. И лучше всего отправить ее внутрь земли. Если же оставить молнию на свободе, то она может уничтожить дом, вообще наделать много бед».

После смерти Франклина (1790 год) на его могиле была сделана надпись: «Он похитил с неба молнию».

Первое известие об открытии Франклина было сообщено русским читателям в «С.-Петербургских ведомостях» в 1752 году: «В Филадельфии, в Северной Америке, господин Вениамин Франклин столь далеко отважился, что хочет вытягивать из атмосферы тот страшный огонь, который часто целые земли погубляет. А именно, делал он опыты для изведения, не одина-

кова ль материя молнии и электрической силы, и действие догадку его так подтвердило».

В это время Ломоносов вместе со своим другом академиком Рихманом уже производил опыты с «громовой машиной». Квартира Рихмана на 5-й линии Васильевского острова и квартира Ломоносова на 2-й линии были одинаково приспособлены к этим опытам. На крышах домов были поставлены железные шести, от которых внутрь квартир были проведены железные цепи. Это были самые настоящие и очень опасные «громоприводы», смертоносные машины, но в те времена ученые и не подозревали, какой опасности подвергали себя и свой дом. Стремление к раскрытию «тайн» атмосферного электричества у них, очевидно, было сильнее заботы о собственной безопасности.

К нижнему концу цепи внутри квартиры прикреплялась железная линейка. Во время грозы металлический шест и линейка настолько заряжались электричеством, что из них можно было извлекать довольно большие искры. Своими опытами Ломоносов наглядно доказал, что молния и электрическая искра, полученная в лаборатории электрической машиной, одного происхождения. Но исход опытов был роковым: Рихмана убила шаровая молния, выскочившая из линейки. К счастью, Ломоносов остался жив, хотя рисковал не меньше Рихмана. Вот что писал по этому поводу Ломоносов Шувалову: «Я не знаю еще, или по последней мере сомневаюсь, жив ли я или мертв. Я вижу, что профессора Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время. Выставленную громовую машину посмотрев, не видел я ни малого признаку электрической силы. Однако, пока кушанье на стол ставили, дождался я нарочитых электрических из проволоки искр, и к тому пришла моя жена и другие. И как я, так и они беспрестанно до проволоки и до привешенного прута дотыкались... Внезапно гром чрезвычайно грянул в самое то время, как я руку держал у жезла и искры трещали. Все от меня прочь бежали. И жена просила, чтобы я прочь шел. Любопытство удержало меня еще две-три минуты, пока мне сказали, что шти протынут... Только я за столом посидел несколько минут, внезапно дверь отворил человек покойного Рихмана, весь в слезах... Он чуть выговаривал: профессора громом зашибло».

Смерть Рихмана взволновала весь Петербург. На заседании в Академии наук был отложен доклад Ломоносова об электричестве «по причине случая смертного с профессором Рихманом». Церковники объявили поход против ученых, изучавших «небесные силы». Многие истолковывали смерть Рихмана, как «божью кару» за «дерзость» ученого. Ломоносов не без основания боялся, чтобы «сей смертный случай не был протолкован противу приращения наук». Бесстрашный в своих опытах, он встал против попыток запретить опасные исследования и писал

Шувалову: «Всепокорнейше прошу науки миловать». Нашлись и такие люди, которые трунили над учеными: хотел других спасти от грозы, а сам был убит...

При опытах Рихмана присутствовал гравер Академии наук Соколов. Рихман в то время готовил специальное сочинение о грозе и позвал Соколова, который должен был гравировать для него чертежи и рисунки.

Соколов видел, как синий огненный шар размерами с кулак проскочил от прибора ко лбу профессора Рихмана. Это сопровождалось выстрелом, подобным пистолетному. На спине сюртука самого Соколова оказались выжженными длинные полосы, по-видимому, проводом прибора, который разлетелся в куски.

Ученых гибель Рихмана не устрасила. М. В. Ломоносов продолжал свои исследования и вскоре предложил Шувалову поставить громоотвод: «Электрическую громовую силу отвлечь можно на шест с железом, который должен стоять на пустом месте, в которое гром бы бил сколько хочет».

Исследования Ломоносова производились совершенно независимо от опытов Франклина. Кроме того, они вытекали из всей совокупности его научных идей и давали ему возможность построить схему образования грозы, соответствующую в некоторых своих чертежах нашим современным представлениям. При этом Ломоносов первый в мире доказал, что в атмосфере существуют электрические силы не только при грозовых облаках, но и в ясную погоду, и что электрическое состояние атмосферы создается и поддерживается восходящими и нисходящими потоками воздуха, которые, действительно, играют здесь большую роль.

Предлагая строить громоотвод, Ломоносов правильно считал, что громоотвод отклоняет молнию от зданий и, принимая разряд на себя, направляет в землю, где он рассеивается. «Такие стрелы на местах, от обращения человеческого, по мере удаленных,— писал великий ученый,— ставить за бесполезное дело почитаю, дабы ударяющаяся молния больше на них, нежели на головах человеческих и на храминах силы свои изнуряла».

Только через тридцать лет после опытов Ломоносова начали ставить громоотводы в России и Европе. Долгое время они сооружались только на правительственных зданиях и то большей частью после того, как в них ударила молния. В России первый громоотвод был установлен в Петербурге на шпиле Петропавловского собора после того, как он наполовину сторел от попавшей в него молнии (в 1756 году).

Против установки этого громоотвода протестовало духовенство. Оно считало недопустимой борьбу с «небесным карающим огнем», который посылался богом в наказание за грехи.

Жрецы Древнего Египта относились к этому иначе. Есть указание на то, что столбы, обитые металлическими листами,

стояли в Древнем Египте у входа в некоторые храмы. Они служили жрецам для извлечения «небесного огня» и для защиты храмов от поражения молнией. Гумбольдт в своем «Космосе» пишет, что указание на связь между молнией и проводящими металлами имеется у греческого историка Ктезия (около 400 года до нашей эры), который был врачом при дворе персидского царя Артаксеркса. Ктезий утверждал, что он владеет двумя железными мечами, подаренными ему Артаксерксом, которые, будучи воткнуты в землю, «отгоняли облака, град и удары молний». В VII—VI веках до нашей эры улицы Древнего Рима украшались медными статуями богов. Римляне не только поклонялись им, но и заставляли своих богов работать — медные статуи отводили молнию в землю. Во времена Карла Великого в Германии у крестьян вошло в обычай ставить рядом с домом высокий кол для отвода молнии. Но Карл запретил этот обычай, потому что считал грехом попытку борьбы с «божьей карой».

Как образуется грозовое облако

В воздушном океане над нами постоянно образуются облака. Они возникают и тают, то плывут спокойно, исчезая за горизонтом, то несутся, гонимые воздушными потоками. Но грозовые облака среди них бывают сравнительно редко. Почему же иногда у них такие значительные электрические заряды, что в воздушном океане разражаются электрические бури? Какие условия для этого нужны?

Перед грозой часто говорят, что «сильно парит». Парит потому, что стоит большая жара и в то же время в воздухе много влаги. В таких случаях поднимающийся до большой высоты поток теплого воздуха теплее окружающих слоев, и облако быстро растет, превращаясь в грозовую «тучу».

Так развиваются грозы, носящие название тепловых; но чаще бывают так называемые фронтальные грозы, когда подъем воздушных масс зависит не от перегрева нижних слоев воздуха, а от борьбы между холодным и теплым течениями, разделенными переходной зоной — «фронтом». После тепловых гроз погода обычно сохраняет свой характер; после фронтальных гроз она резко меняется, потому что теплая воздушная масса сменяется холодной.

Грозовые облака бывают толщиной в несколько километров, и лучи солнца не могут через них пробиться. Поэтому снизу они кажутся синими при освещении солнцем со стороны и совсем черными, если закрывают солнце. В тропиках вершины грозовых облаков нередко достигают высоты более 20 километров, в средних широтах — 10 километров.

Мощный восходящий поток воздуха в центре облака увлекает вверх все образующиеся в нем капельки воды, снежную

крупу, градины. Скорость потока растет с высотой. У основания облака она равняется 2—3 метрам в секунду и доходит до 8—10 метров в секунду на высоте, где температура воздуха равна 0°. Скорость все продолжает расти и в верхней части облака достигает иногда 30—40 метров в секунду. Только у самой вершины этот поток ослабевает и растекается в стороны. По краям воздушного потока образуются сильные завихрения. Откуда же в облаках образуется электричество?

Атмосфера, как известно, обладает электрическим полем; несут электрические заряды и дождевые капли. Но ведь не всякий, даже очень сильный, дождь сопровождается грозой. Нужно сказать, что вопрос о механизме образования грозы до сих пор окончательно не выяснен. Согласно одной из теорий, до начала дождя и во время дождя вертикальные токи воздуха и завихрения, образующиеся в грозовом облаке, так сильны, что разбрызгивают крупные капли на более мелкие. Предполагается, что в каждой капле воды, находящейся в воздухе, положительное электричество находится в центре капли, отрицательное же располагается на ее поверхности. При разбрызгивании от внешнего слоя капли получается наибольшая часть брызг. Эти отколовшиеся наружные частицы оказываются заряженными отрицательным электричеством, а оставшаяся центральная и более тяжелая часть капли заряжена положительным электричеством.

В грозовом облаке, по-видимому, более крупные капли остаются в передней нижней части облака. Отрицательные же заряды оседают частично на мелких, еще не укрупнившихся каплях воды, которые воздушными течениями переносятся в другие части облака. Поэтому из переднего конца тучи выпадают более крупные капли дождя, имеющие положительные заряды, а из других частей — капли, имеющие отрицательные заряды. Вследствие накопления положительного электричества в области восходящих токов и отрицательного в других местах тучи могут происходить электрические разряды (молнии) между ее отдельными частями, а не только между нею и землей.

Высказываются предположения, что развитие заметных электрических явлений в облаке всегда связано с появлением в нем ледяных кристалликов и что электрические явления возникают при переходе всего облака или его части из водяного состояния в ледяное; они наблюдаются в холодных слоях атмосферы, где температура ниже 0°. Иными словами, наибольшее значение для электризации облака имеет изменение состояния воды в облаке, ее замерзание и затем взаимодействие частиц. При замерзании воды и при таянии льда появляются электрические заряды: при замерзании — заряды положительные, при

таянии — отрицательные. При росте ледяных частиц, при их соединении и намерзании также возникают значительные заряды.

Но всего этого мало для объяснения механизма грозы. В грозовом облаке могут действовать одновременно многие процессы, различные в разных частях облака, приводящие к образованию зарядов, и вряд ли только один какой-нибудь процесс может привести в действие огромную грозовую машину.

В настоящее время создано несколько теорий, которые пытаются объяснить происхождение грозы, но ни одна из них не является исчерпывающей.

Что такое молния?

Наблюдения показывают, что в грозовом облаке одни части заряжены положительным, другие отрицательным электричеством. Земная поверхность имеет отрицательный заряд, но под влиянием зарядов облака на ней могут образоваться и положительные заряды. Таким образом возникают электрические силы между частями облака и между облаком и землей, и два противоположных заряда соединяются в искре громадных размеров — молнии.

Однако молния состоит из нескольких импульсов — отдельных разрядов, продолжающихся от нескольких десятитысячных до десятых долей секунды. Для нашего глаза они все сливаются в одну молнию. Первый, сравнительно слабый разряд называется «лидером»; он как бы прокладывает путь более сильному и яркому «главному разряду».

Специальная быстровращающаяся фотокамера дала возможность фиксировать все стадии развития молнии. Лидер, постепенно пробивающий себе путь от облака к земле, представляет собой язык света, вытянувшийся метров на 15 от облака. Примерно через 0,001 секунды он исчезает, затем появляется снова и вытягивается уже метров на 30, затем опять замирание, новое, еще большее продвижение, и так пока он не пробьет себе путь до поверхности земли. По мере продвижения лидера к земле в воздухе вниз и в стороны расходятся другие языки. В то время как лидер касается земли, происходит главный разряд. Этот разряд представляет собой электрический ток огромной силы.

Лидеру вследствие пауз необходимо сравнительно долгое время (во многих случаях около 0,01 секунды), чтобы достичь земли. Главный разряд протекает гораздо быстрее и проходит то же самое расстояние примерно в 0,0001 секунды.

Ширина разрядного канала, по-видимому, доходит самое большее до 40—50 сантиметров. Но наибольшая часть тока протекает в русле не более 15 сантиметров шириной. Температура в канале молнии превышает 18 000 градусов.

Итак, молния — это гигантская электрическая искра. Однако условия ее образования не таковы, как условия получения разрядов в лаборатории, и еще не вполне изучены. Облако нельзя рассматривать как проводник; притом наблюдениями установлено, что напряжение электрического поля в нем не достигает тех значений, при которых должен появиться разряд. Для полного уяснения происхождения молнии нужны еще дальнейшие исследования.

Длина молнии достигает нескольких километров. Грозовое облако непрерывно производит электричество, и движущей силой грозы являются восходящие токи воздуха, которые поддерживают в облаке содержание воды. Энергия особо мощного грозового облака настолько велика, что ее было бы достаточно, чтобы снабдить светом и энергией современный город с 10-миллионным населением в течение всего времени, пока продолжается гроза.

Сила тока в обыкновенной электрической лампочке равна одной трети или половине ампера, в молнии сила тока доходит до 200 000 ампер, а напряжение — до миллиарда вольт. Но молния настолько кратковременна, что ее электрическая энергия невелика. Некоторые грозы проходят быстро и дают всего несколько разрядов молнии, другие длятся часами и даже сутками. Чаше и сильнее всего грозы бывают в южных широтах, близ тропиков.

Как распределяются грозы

Число гроз на всей Земле очень велико. Подсчитано, что на земном шаре в один день бывает до 44 тысяч гроз, т. е. в один час насчитывается немногим больше 1800 гроз, и каждую минуту сверкает приблизительно 100 молний. В американском журнале «Вселенная» сказано, что «все термоядерное оружие мира не освободило бы столько энергии, сколько тратится за два дня в грозах на земном шаре».

Самые сильные и частые грозы бывают в тропиках, где на год приходится 150 грозовых дней. По мере удаления от экватора к полюсам число гроз уменьшается. Но и в экваториальной полосе некоторые местные особенности влияют на их частоту. В Южной Америке, например, в районе среднего течения реки Амазонки бывает в год от 30 до 60 дней с грозами, а в районе устья той же реки благодаря большой влажности воздуха число дней с грозой доходит до 170 в год. На перуанском побережье гроз почти не бывает из-за холодного перуанского течения, а вдали от моря, в Перу, в дождливый период сильные грозы наблюдаются ежедневно.

Уменьшение числа гроз от экватора к полюсам также происходит неравномерно из-за влияния местных условий.

В области пассатов и в пустынях гроз очень мало: в области пассатов — из-за преобладания нисходящих потоков воздуха, а в пустынях — из-за малой влажности. В умеренных широтах число гроз увеличивается, но за полярным кругом они очень редки. Выше 82° с. ш. и 55° ю. ш. гроз почти не бывает. В Арктике в среднем одна гроза приходится на 10 лет. Больше всего гроз бывает на острове Ява, который называется «местом вечных гроз». Грозы повторяются здесь по нескольку раз в день.

В европейской части Советского Союза летом больше всего гроз на Кавказе (60 грозовых дней в году), в Центральной Украине (35 в году) и на Южном Урале (30 в году). У плодских берегов морей и озер грозы в летнее время реже, чем над более удаленной от берегов сушей, потому что там восходящие потоки воздуха слабее.

Грозы наблюдаются обычно в наиболее теплые летние месяцы. Но бывают иногда и зимние грозы — при смене теплых масс морского умеренного или морского тропического воздуха холодным воздухом арктического происхождения.

Типичной зимней грозой можно назвать грозу 23 января 1923 года. Она пронеслась над центральной областью европейской части Советского Союза. Циклон шел от западных берегов Скандинавии на юго-восток со скоростью 2000 километров в сутки. Прохождение циклона сопровождалось ураганным ветром. В лесах валились деревья, в селениях были сорваны с домов крыши, разрушены заборы, а в одном селе с колокольни упал огромный крест. Невероятный гул ветра, удары грома, крутящийся снег, вспышки молнии во мраке зимней ночи — все это создавало какую-то необыкновенно фантастическую картину.

6 февраля 1959 года в Сочи ночью выпал снег, одевший в серебряный наряд лавры, кипарисы и пальмы; он запорошил распустившиеся розы и другие цветы. В разгар снегопада за сверкала молния, ударил гром и над морем разразилась гроза. Она пронеслась по всему Черноморскому побережью Кавказа и всюду сопровождалась снегопадом.

23 января 1961 года утром жители Симферополя были разбужены сильным ударом грома. Над городом пронеслась настоящая зимняя гроза. Она наблюдалась также и в других местностях Крыма. Накануне был сильный снегопад. И снегопад, и гроза были вызваны встречей мощного потока холодного воздуха с морским теплым.

Замечено, что в годы с максимумом солнечных пятен гроз бывает значительно больше, чем в годы с малой активностью Солнца.

А вот запись очень давних времен:

«В лето от Рождества Христова 1701 сентября в 6 день... во святой великой Соловецкой обители в 4-й час дня... восста облак страшен и внезапно возгреме гром страшно и необычно

грозным стремлением вкупе и огонь бысть, и от того страшного возгремения и огненного явления ужасошеся все прилучившися в соборной церкви монахи ужасом и страхом великим, тогда и пение пересечеся... и в то время от оного грома на соборной церкви большую главу проломило и чешую с одной страны сорвало и в окне оконники проломило... и лампаду перед местным образом с цепей сорвало на землю, и цепи сгорели, и раздробило их в мелкие части... а в алтаре у служащего иеромонаха Маркиена на ноге у сапога голенище разорвало, а ноги его ничем же вредило, и... из церковного моста две каменные плиты выломило и поставило их на ребро, а в предельной церкви несколько кирпичей с известью из под моста вырывало... а стал быть в церкви дух горелой и дым...» (летопись Соловецкого монастыря, изд. 1790 г.).

Эта гроза произошла 6 сентября по старому стилю, а следовательно, 17 сентября по новому, когда уже на Белом море погода носит осенний характер и значительного местного повышения температуры ждать нельзя. Очевидно, это была гроза фронтальная и зависела от вторжения мощной холодной массы воздуха с севера.

Шаровая молния

Обычная молния — линейная — никогда не бывает зигзагообразной, как ее часто изображают художники. Это длинная извилистая линия со многими ответвлениями. Бывает еще плоская молния, состоящая из многих светящихся разрядов, выпускаемых отдельными каплями облака. Такая молния часто не сопровождается громом.

Иногда между облаком и землей пробегает огненная цепочка; это четочная молния, состоящая из отдельных светящихся точек. Она наблюдается очень редко. За 17 лет наблюдений над грозами в Ростове четочная молния появлялась только один раз (8 июля 1938 года). Она прошла по следу ослепительной линейной молнии, непосредственно по ее каналу. Есть предположение, что четочная молния — это переходная форма от линейной к шаровой молнии.

В 1927 году в селе Измайлове под Москвой внезапно налетевшей грозой ударило в антенну, прикрепленную к ели, под которой стояли наблюдатели. Наверху антенны появился голубоватый шар с размытыми краями. Шар мгновенно скатился по антенне к окну, где раздался оглушительный треск. Из окна дачи, у которого стоял приемник, вырвался столб красно-бурого дыма. Антенны длиной в 30 метров как не бывало! Окно, куда входил провод, обуглилось, а нож, лежавший поблизости на столе, покрылся ржавыми пятнами,

Однажды в Париже во время грозы шаровая молния вкатилась через печную трубу в комнату и покатилась по полу к ногам сидящего человека. Тот в страшном испуге отодвинул ноги. Тогда огненный шар поднялся в уровень с его лицом. Насколько мог, человек отклонил голову назад. Шар продолжал довольно медленно подниматься к потолку, потом повернул в сторону к отверстию, пробитому в стене и заклеенному бумагой. В это отверстие зимой проводилась труба от железной печурки. Молния отклеила бумагу, не повредив ее, и по-прежнему совершенно спокойно уплыла в трубу. По трубе она поднялась до уровня крыши, где и взорвалась. Взрыв был такой огромной силы, что крыша провалилась и обломки трубы были разбросаны по двору.

Во время одной грозы, разразившейся над городом Грей 7 июля 1886 года, небо вдруг осветилось широкой красной молнией и при страшном треске сверху упал огненный шар диаметром приблизительно 0,4 метра. Вокруг него сыпались искры, как при фейерверке. Шар ударился о край крыши, отбил от главной балки кусок более чем в полметра, измочалил его на мелкие щепки, устлал чердак осколками и обрушил штукатурку с потолка верхнего этажа. Оттолкнувшись от крыши дома, огненный шар перескочил на крышу подъезда, пробил в ней дыру и упал на улицу. По улице он прокатился несколько метров и постепенно исчез, не взрываясь и никого не задев, хотя на улице было много прохожих.

В Ленинграде в июне 1923 года во время сильной грозы шаровая молния влетела в открытую форточку квартиры на третьем этаже. Она медленно вплыла в комнату, осветила ее и быстро прошла в соседние комнаты. Ее движение сопровождалось небольшим сухим треском. Огненный шар плыл по течению воздуха, достиг в одной комнате небольшого круглого стола и на расстоянии метра от электрического штепселя взорвался. Человек, стоявший около стола, был оглушен и отброшен в сторону. Взрыв сопровождался яркой вспышкой и был так громок, что от него проснулись спавшие в соседней комнате. В штепсель проскочила зигзагообразная искра, и он перегорел. Удушливый запах газа со специфической примесью серы распространился по всей квартире.

Шаровые молнии бывают и зимой. Например, 9 декабря 1955 года в Майкопе в 5 часов утра началась сильная гроза с яркими вспышками молний, сильными раскатами грома и проливным дождем. Вслед за линейными молниями, после оглушительного удара грома, от которого в некоторых домах вылетели стекла, появилось несколько огненных шаров. Удалось проследить путь трех шаровых молний, которые одновременно появились в трех домах, стоявших на расстоянии 20—26 метров друг от друга.

12 февраля 1958 года в Москве поздно вечером шел слабый снег. Было 3 градуса мороза. Снег падал большими пушистыми хлопьями. В воздухе слышалось странное потрескивание. Оно исходило от хлопьев снега и было сильнее при падении снега на некоторые предметы: на ветки деревьев, на кусок лежавшей бумаги, на перила и карнизы. Снег был, по-видимому, наэлектризован, и треск происходил от разрядов между снежинками при их столкновении друг с другом и с предметами, на которые они садились. Неожиданно посередине переуллка, на высоте 4 метров над землей, среди медленно падающих снежинок появился огненный шарик диаметром 2—3 сантиметра. Он медленно плыл под проводами уличного освещения вдоль переуллка. Проплыв метров 15, он исчез так же внезапно, как появился.

Как видно из приведенных примеров, шаровая молния иногда взрывается с треском, иногда исчезает бесследно. Двигается она сравнительно медленно, ее движение можно легко проследить; оно не всегда совпадает с направлением движения воздуха и не всегда шаровые молнии сопровождаются свистящим или жужжащим звуком, но после их исчезновения неизменно остается остропахнувшая серой и какими-то газами дымка. Шаровая молния может существовать и несколько секунд, и несколько минут. Иногда огненный шар стоит на месте, выбрасывая искры, как бы «кипя».

Ученым удалось сфотографировать несколько шаровых молний. Было, например, сделано 5 фотографий в течение 3 минут, когда после обыкновенной линейной молнии в воздухе показалась вначале бесформенная огненная масса, спускающаяся к земле, а затем из нее быстро образовалось несколько шаровых молний. Диаметр некоторых шаров оказался более 10 метров. По-видимому, размеры шаровых молний бывают самые различные, от очень больших шаров до самых маленьких, напоминающих искры.

Природа шаровой молнии еще окончательно не выяснена. Некоторые ученые считают, что это клубок наэлектризованной смеси газов: азота, кислорода, водорода, а также небольших количеств озона и окислов азота. Эта смесь может взорваться по самым незначительным причинам, но может также разрядиться совершенно безболезненно, коснувшись проводников электричества.

Интересную гипотезу высказал академик Капица. Он предполагает, что источником образования шаровых молний должны быть ультракороткие электромагнитные волны с длиной волны 30—70 сантиметров. Возможно, что эти волны образуются при грозовых разрядах наряду с длинными волнами. В местах, где ультракороткие волны достигают наибольшей интенсивности, создаются благоприятные условия для возникновения шаровых молний.

В августе 1956 года в транспортный самолет попала шаровая молния. Самолет вошел в кучево-дождевое облако, началась сильная болтанка и обледенение самолета. Вскоре перед самолетом был замечен быстро приближавшийся огненный шар диаметром 25—30 сантиметров. Он был мутно-красного цвета. Не долетев 30—40 сантиметров до носовой части самолета, шаровая молния свернула влево, обогнула кабину летчика и, встретив лопасть левого винта, взорвалась, вызвав ослепительную белую вспышку. Звук от взрыва был настолько сильным, что заглушил шум двигателей. Самолет резко подбросило кверху. Повреждений не оказалось, если не считать, что край лопасти левого винта был слегка расплавлен.

В декабре 1956 года над европейской частью Советского Союза шаровая молния попала в реактивный самолет. Набирая высоту, самолет вошел в грозовое облако. На высоте 2,5 километра над землей перед самолетом внезапно появилась шаровая молния, которая тут же взорвалась. Вслед за взрывом образовался ряд четочных молний. Самолет не был поврежден.

Случаи попадания шаровых молний в самолеты лучше всего опровергают создавшееся у многих мнение, будто шаровая молния плывет по течению воздуха. Если бы это было так, шаровая молния в первом описанном случае должна была плыть по направлению самого сильного воздушного потока, который в передней части самолета огибает фюзеляж сверху над кабиной летчика, а не сбоку, куда пошла молния.

Почему молния выбирает?

Древние греки и римляне были уверены, что молния шадит лавровое дерево за его благородство. Лавр в древности считался самым благородным растением. Лавровыми венками украшали головы полководцев и победителей, цезарей и великих мыслителей. Есть сведения, что римские императоры надевали на голову лавровый венок во время грозы, чтобы убежать от молнии.

Действительно, как ни странно, но в лавр молния почти никогда не попадает. Так же редко попадает она и в бук.

Интересны наблюдения о попадании молнии в разные породы деревьев. Из 158 случаев молния ударила: в дуб — 54 раза, в тополь — 24 раза, в вяз — 14 раз, в орешник — 11 раз, в ель — 10 раз, в деревья других пород — по 1—2 раза, в клен и березу — ни разу.

Высота деревьев, по-видимому, не играет главной роли в выборе молнии. Почему, в самом деле, клены, березы, маслины, акации, так часто встречающиеся в Европе, редко поражаются молнией? По-видимому, здесь имеет значение не только высота

деревя, но и состав почв, и строение корневой системы. Теперь доказано, что из древесных пород наиболее часто поражаются молнией деревья, которые имеют широко развитую и глубокую корневую систему, т. е. представляющие относительно меньшее сопротивление, например дуб. Кроме того, молния предпочитает, вероятно, лучшие проводники, т. е. деревья, больше пропитанные влагой.

При попадании молнии в дерево высокая температура искры вызывает мгновенное закипание сока, а сила пара разбрасывает щепу и куски дерева во все стороны.

Молния почти никогда не падает по прямой линии. Ее направление искривлено, потому что молния выбирает себе путь наименьшего сопротивления. Она проскакивает там, где ей требуется меньшее напряжение, чтобы преодолеть сопротивление воздуха, т. е. там, где имеется скопление проводящих частиц.

Однажды, например, молния ударила в низкую трубу, находящуюся поблизости от более высокой трубы, снабженной к тому же громоотводом. Это случилось потому, что низкая труба дымила, а дым — хороший проводник электричества. Дым поднимался высоко вверх и вызвал отклонение молнии, направившейся к громоотводу. Так же действует столб горячего воздуха. Молния, например, может попасть в летящий самолет, если он выпускает выхлопные газы вблизи грозового облака. Так, в примере, приведенном в начале главы, молния, попав в стопку тарелок, пробила наиболее влажные.

Может показаться странным, что молния поражает некоторые участки земной поверхности предпочтительно перед другими. Но и это зависит от проводимости слоев почвы — от ее геологического состава и степени влажности. Так, например, известно, что у глины проводимость выше, чем у песка, и поэтому молния чаще ударяет в те участки почвы, где на поверхности лежит глина, а не песок, или в те, где под песком близко к поверхности подходит слой глины.

Часто молния ударяет в ущелья и овраги, потому что на дне их скапливается влага, а иногда и протекают ручьи. Такие излюбленные молнией места есть повсюду на земном шаре, есть они и у нас, в СССР, например: Городненский ручей под Москвой, окрестности города Луги Ленинградской области, некоторые местности на Кавказе и т. п.

Было замечено, что вблизи Звенигорода молния ежегодно попадает в один и тот же участок леса. Так, за июль 1934 года на этом участке было разбито молнией семь деревьев. После исследования грунта оказалось, что здесь близко залегают грунтовые воды и пески-плавуну.

Если молния ударяет в человека или животное, то в большинстве случаев удар ее смертелен. Лишь когда поражение

производится не основной частью молнии, а ее ответвлением, можно отделаться сильными ожогами или даже остаться невредимым.

Падая на землю, молния пробивает верхний слой почвы и своим жаром остекляет или спекает песок в длинные трубки, как бы оставляя свой след в земле. В народе такие трубки называют «чертовыми пальцами».

Электрические бури

Иногда гроза превращается в настоящую электрическую бурю: молнии блещут почти непрерывно. В Альпах при одной сильной грозе насчитали тысячу молний за 14,5 минуты, во время другой грозы за 1 час 45 минут — три с половиной тысячи молний. В горах Южной Африки однажды за 1 час сильной грозы насчитали семь тысяч молний.

У нас наиболее сильные грозы бывают в горах Кавказа. Известный альпинист Я. И. Фролов описал грозу на вершине Казбека, где он с несколькими товарищами должен был укрепить метеорологическую будку.

День был ясный, только кое-где за вершины Главного хребта цеплялись облака да на востоке внизу было видно море тумана. К часу дня внизу скопились облака, заполнив собой долину Терека. Их слой делался все толще, и вскоре в них стала сверкать молния, и сверху доносились раскаты грома.

Облака и молнии постепенно поднимались все выше и приближались к вершине. Вначале молнии вспыхивали где-то далеко у подножия Казбека, потом стали его опоясывать, а иногда направлялись к вершине почти вертикально. Гром уже следовал немедленно за вспышками молний.

Через некоторое время соседние вершины закрылись тучами, и люди оказались на небольшом островке, окруженные со всех сторон волнующимся морем облаков. Молнии еще до них не доходили, но совсем близко огибали конус Казбека. Громовые раскаты почти не прекращались. То мягкого синего тона, то сине-голубые, то красные огненные змеи опоясывали вершину.

Неожиданно одна молния перекинулась через Казбек, за ней другая, третья... Через несколько минут огненные бичи начали хлестать через вершину по всем направлениям, и люди оказались в самом центре грозы. Гром гремел непрерывно, ветер и снежная крупа резали лицо. Положение создавалось серьезное, медлить было нельзя. Решили спуститься.

Фролов шел впереди всех. Шагах в 15—20 за ним шли остальные. Чтобы начать спуск, надо было выбраться из кратера и перейти через высокую часть вершины. И здесь Фролов

заметил странное явление, на что во время работы он не обращал внимание. Прежде всего, какое-то необычное состояние организма — натянутость нервов, напряженность. Войлочная шляпа на голове потрескивала, ледоруб дрожал в руках.

Когда Фролов поднялся на самую высокую точку кратера, это ощущение усилилось, а ледоруб буквально запел в руке, звук походил на мелодичное жужжание. Затем внезапно и пение ледоруба, и треск шляпы, и общее состояние заставили Фролова инстинктивно почувствовать приближение опасности. Он моментально отбросил ледоруб в одну сторону, а сам кинулся на снег в другую, и как раз в этот момент раздался оглушительный удар грома и одновременно вспыхнул колоссальной силы свет. Ощущение было, по рассказу Фролова, такое, как будто он на мгновение попал в раскаленную печь, где горение сопровождалось сильнейшими взрывами. Сознания он не терял.

Через 10—15 секунд Фролов поднялся и вместе с другими бегом бросился от кратера к спуску. С этого момента ощущения электризации он на себе уже не испытывал. Осмотревшись, Фролов заметил на своей прорезиненной альпинистской рубашке темную полосу, шедшую от капюшона до самого низа.

Наконец они вышли из очага молний, гроза осталась выше и уже казалась не такой страшной. Внизу грозы не было.

Иногда электрические бури в горах разражаются неожиданно и очень быстро проходят. Как-то три альпиниста взобрались на одну из снежных вершин Кавказского хребта. Погода была ясная, и солнце ярко светило. Альпинисты шли по краю ущелья, из которого внезапно подул сильный ветер. Тотчас с горы посыпались камни и снежные комья. Небо покрылось облаками. Закружился сухой колючий снег, и засверкали молнии; у альпинистов посыпались из волос искры. Короткие вспышки зазмеились по ледорубам, на концах пальцев появились огоньки, засветились пуговицы и пряжки. Люди в ужасе сорвали с себя все металлические предметы, но тогда искры стали пробегать вдоль тела, стали обжигать руки, шею, лицо. Альпинисты бросились в углубление скал, ища защиты от электричества. Но скала и все камни вокруг них гудели, как тысяча жужжащих веретен, и на пальцах продолжали светиться огненные кисточки. Сильно пахло озоном. Тучи на небе покраснели, как кумачовые полотнища, молнии без перерыва прорезали их во всех направлениях, не переставая греметь гром. С горных вершин катились снежные комья и камни. Казалось, огонь и снег, небо и земля — все перемешалось в диком хаосе. Так продолжалось всего 15 минут. Электрическая буря прошла так же внезапно, как и появилась. Ветер стих, тучи рассеялись, снегопад прекратился, и снова показалось солнце.

«Стукотит, гуркотит, сто коней бежит» — так изображает народная загадка раскаты грома. Если гроза сравнительно далеко, то после вспышки молнии через некоторое время начинаются раскаты грома. Но когда гроза проходит прямо над головой наблюдателя, гром напоминает взрыв или треск, внезапно раздражающийся коротко и оглушительно. После него иногда слышно незначительное эхо. При этом удар грома следует почти непосредственно за молнией или даже сливается с ней. При отдаленной грозе более поздняя слышимость грома зависит от того, что свет распространяется почти мгновенно, а звук значительно медленнее (300—350 метров в секунду).

При разряде электричества в канале молнии, где температура доходит до 18 000 градусов, воздух внезапно сильно нагревается и расширяется, а затем быстро охлаждается и сжимается. Это вызывает резкий звук. Но гром происходит не только от этого. Гром — это звук от взрыва гремучего газа, который образуется от разложения воды на водород и кислород и от разложения воздуха под действием тока высокого напряжения — молнии. Напором образовавшихся газов моментально оттесняется ближайший слой воздуха, что вызывает взрывную волну, распространяющуюся во все стороны со скоростью около 5 километров в секунду.

Таким образом, взрывная волна распространяется в 15 раз скорее, чем звуковая, и когда гроза близко, мы слышим резкий треск. Но постепенно взрывная волна, расходясь от места взрыва, делается слабее, видоизменяется и переходит в нормальную звуковую волну — тогда мы слышим глухой удар.

Когда молнии ударяют в землю, обычно слышится гул, подобный пушечному выстрелу, иногда с довольно продолжительными раскатами. Этот гул всегда заканчивается глухим тяжелым ударом.

Отчего же слышатся продолжительные громовые раскаты, когда разряд молнии происходит на некотором расстоянии от наблюдателя?

Молния состоит не из одной искры, а из последовательных искровых разрядов, порождающих целую систему взрывных волн. Эти волны сталкиваются в пространстве и перекрещиваются. При этом бывает или быстрое сложение двух или нескольких волн с одинаковыми периодами, или, наоборот, затухание, и в результате получается то усиление звука, то ослабление. Кроме того, звук многократно отражается еще от облаков, горных вершин и других препятствий. Все это громовыми раскатами доходит до слуха наблюдателя.

Раскаты грома от одной молнии продолжаются в среднем в течение 30—40 секунд, но в отдельных случаях — и до минуты.

Чтобы определить отдаленность грозы от наблюдателя, нужно отсчитать количество секунд между вспышкой молнии и ударом грома и разделить на три (скорость звука равна 300—350 метров в секунду): затем увеличить расстояние на 300—500 метров (учитывая время, необходимое на превращение взрывной волны в звуковую).

Тихие разряды

Две тысячи лет назад римский ученый Сенека писал, что во время грозы с неба иногда сходят звезды и садятся на мачты кораблей. В старину моряки всех стран считали эти огни на мачтах хорошим предзнаменованием.

Участники кругосветного плавания Магеллана «плакали от радости, когда на мачте показывались огни, то в виде одной, то в виде двух свечей».

Один из мореплавателей конца XIX века вспоминает, что когда его корабль подходил к Балеарским островам, налетела буря с грозой. Стало темно, загредел гром, и появились яркие молнии. Опасаясь бури, на корабле спустили все паруса, и тогда команда внезапно увидела в разных местах корабля больше тридцати огней. Огонь на флюгере большой мачты был более полуметра в длину. Капитан послал матроса снять его. Матрос влез на мачту и оттуда крикнул, что огонь шипит, как ракета из сырого пороха. Тогда капитан приказал снять огонь вместе с флюгером и принести вниз. Но как только матрос снял флюгер, огонь перескочил на конец мачты, откуда снять его было уже невозможно. Некоторое время огонь на мачте горел, как факел, потом начал тускнеть и понемногу совсем исчез.

Такие же огни бывают и на колокольнях. Они имеют форму длинного, остроконечного, красноватого, совершенно неподвижного языка. Иногда огонь бывает с ярко-красным ядром, иногда он синеватого цвета и похож на огонь газовой горелки. Днем эти огни не всегда заметны. Иногда они сопровождаются легким свистом и треском. Такое свечение названо «огнями святого Эльма», так как оно еще в XVI веке замечено на остром шпиле церкви св. Эльма.

Долгое время люди не понимали этого явления и потому считали огни св. Эльма чудом. На самом же деле это так называемые «тихие разряды» электричества в атмосфере, когда оно «истекает» совершенно безобидно с острия мачт, колоколен, даже с пальцев человека. Обыкновенно это происходит во время грозы, когда электрический заряд земли увеличивается. Но иногда огни св. Эльма наблюдаются и без грозы.

Известный русский путешественник Пастухов наблюдал огни св. Эльма в горах Кавказа в 1897 году. Он рассказывал, что все окружающее пространство было как бы покрыто огнями.

Усы, брови, волосы спутников Пастухова светились, бурки их, казалось, тлели. Другой путешественник рассказывал, что свисящие пучки появлялись на концах пальцев на ушах. При поглаживании животного каждый волосок шерсти давал искру. Во время раскладывания палаток и плащей для ночлега они издавали треск и как бы тлели.

В конце зимы 1954 года житель села Благодать Донецкой области шел вечером домой из соседнего села. Неожиданно набежала черная туча и пошел густой снег. Путник заметил, что свисавшие завязки его шапки-ушанки и края портфеля загорелись фосфорическим светом и на конце палки, которая была у него в руке, появилось яркое белое пламя. Затем снег пошел реже, и явление постепенно прекратилось.

В Южноамериканских Андах в 1915 году одному ученому удалось наблюдать незадолго до грозы колоссальные огни Эльма вдоль снежных горных вершин. Когда началась гроза, они слились с молниями.

Некоторые шахтеры считают, что характер электрических явлений на поверхности земли может дать представление о залегающих в глубине металлических рудах. Возможно, что в этом есть некоторая доля правды.

Защита от грозы

Первый в мире прибор, извещающий о приближении грозы, был сконструирован в 1895 году нашим знаменитым соотечественником, открывшим радиоволны, профессором А. С. Поповым. Свой прибор А. С. Попов назвал грозоотметчиком. Это был приемник электромагнитных колебаний, который можно считать родоначальником радиоприемника. Он состоял из антенны, воспринимающей электромагнитные колебания от атмосферных разрядов, приемника, преобразующего их в электрические сигналы, и регистрирующего аппарата.

Грозоотметчик был установлен на метеорологической станции Лесного института в Петербурге, а затем в Магнитной обсерватории в Павловске, где работал много лет.

Грозоотметчик предупреждал о грозе, но защитить от нее не мог. Для защиты со времен Ломоносова ставились громотводы. Правильнее их называть, конечно, молниеотводами, потому что опасна именно молния, а не сопутствующий ей гром.

Когда в Москве началось строительство высотных зданий, возник целый ряд новых вопросов, касающихся защиты от грозы. При постройке Московского университета на Ленинских горах вопрос о его грозозащите разрабатывался Энергетическим институтом Академии наук СССР. Здание университета расположено в самой высокой части Москвы. Оно господствует над

окружающей местностью, и поэтому в него часто могли бы попадать молнии.

В институте была сделана модель здания. Ее поместили в лабораторию высоковольтных разрядов, и с расстояния пяти метров эта модель «обстреливалась» искусственными молниями. Опыты показали, что наиболее высокая точка здания защищает более низко расположенные корпуса.

Наиболее распространенными молниеотводами являются сейчас металлические стержни, возвышающиеся над зданием. Они соединяются металлическим проводником — токоотводом — с землей. В земле токоотвод разветвлен на несколько стержней, наподобие корней деревьев, потому что чем лучше связь с землей, тем больше безопасность.

Другим видом молниеотвода являются тросы и сетки. Ими обыкновенно принято защищать провода высоковольтных линий электропередач. Их протягивают поверх проводов, укрепляют на опорах и хорошо заземляют.

Чем выше молниеотвод, тем с большего пространства он может «собрать» молнии. Вокруг молниеотвода образуется защитное пространство, имеющее форму конуса, радиус основания которого равен высоте молниеотвода. Все, что находится внутри этого конуса, защищено от молнии.

Но почему же молния должна непременно ударить в вершину молниеотвода, а не проскочить рядом с ним? Потому что у его вершины возникает усиление электрического поля. Электрические заряды с земли во время лидерного процесса вступают в молниеприемник. У вершины молниеприемника электрическое поле вызывает ионизацию воздуха, и от конца его вверх развивается встречный лидер. Этот лидер как бы удлиняет молниеотвод и «ловит» молнию на высоте большей, чем высота молниеотвода.

Если на доме нет молниеотвода, то для предохранения внутренности жилища необходимо при начале грозы закрыть окна и печные трубы для уничтожения возможных сквозняков в помещении, потому что молния нередко следует току воздуха.

При сильной грозе не следует находиться вблизи печей, так как молния часто ударяет в печные трубы, также надо отходить от проводов и металлических предметов.

При сильных грозах необходимо прекращать разговоры по телефону, чем в городах очень часто пренебрегают.

При грозе в лесу не надо искать защиты под деревьями, особенно под одиноко стоящими и большими, а в поле не следует прятаться в стога сена. Опасно также укрываться и в одиноко стоящих плетеных шалашах. Идущий человек подвергается при грозе большей опасности, чем сидящий. Поэтому во время сильной грозы лучше спокойно сидеть на открытом месте, чем идти или бежать.

Если принимать разумные предосторожности, то нет никаких оснований панически бояться грозы. Статистика показывает, что даже в местностях, где грозы бывают часто, молнией поражается всего 10—11 человек на миллион жителей, т. е. около 0,001%, что, конечно, представляет ничтожную величину.

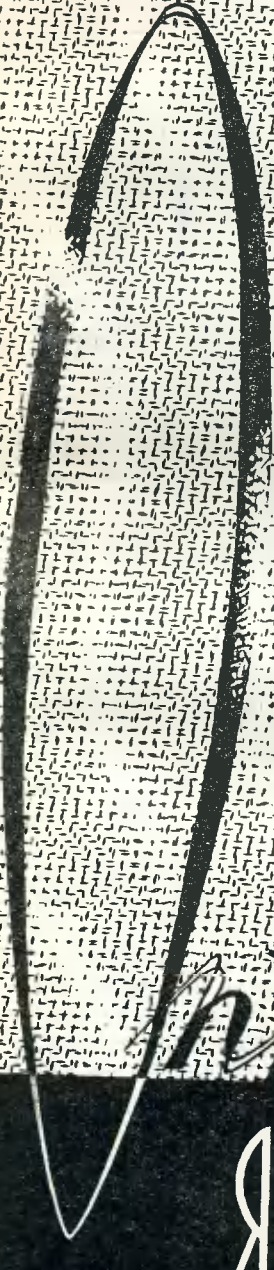
Радиоэхо

Сравнительно недавно установлено, что очень малые радиоволны, длина которых немного больше, чем размеры водяных капель и ледяных кристаллов в облаках, отражаются от облачных масс и дают светлые пятна на экране радиолокатора. Пятна бывают сплошные и разорванные, в зависимости от того, происходит ли эхо от сплошной пелены облаков или от отдельных облачных масс.

Радиоэхо дает возможность изучать передвижение облаков, их строение, распределение капель в облаках. При помощи особых приспособлений можно видеть на экране и вертикальное строение облаков, а не только распределение их по горизонтали. Радиоэхо бывает «слышно», вернее видно, на расстоянии 100 километров и более.

В Москве, Воейкове (близ Ленинграда), Киеве, Минске на крышах обсерваторий медленно вращаются антенны радиолокаторов. Локатор включается ежечасно круглые сутки и служит для обнаружения ливней и гроз, для установления их точного положения. На экране появляются светлые пятна. Это сигналы, посланные лучом, отраженным от водяных капель. Путем несложных вычислений по размеру пятна можно определить размер площади, на которой в данное время идет дождь, и координаты площади, а также отличить дожди грозового характера от обычных.

В отличие от локатора, который только фиксирует грозы, катодный пеленгатор позволяет изучать их более разносторонне. На экране появляются вспышки в виде длинных светящихся линий — признаков какой-то отдаленной или близкой грозы. Центральный командный пункт по наблюдениям за грозами находится в Москве. Он дает сигнал нажимом кнопки и этим включает станции в Воейкове, Киеве и Минске. Четыре пункта с помощью совершенных катодных пеленгаторов следят за одними и теми же грозовыми разрядами. Таким образом с большой точностью устанавливается место, где сверкают молнии, угрожая линиям высокого напряжения, стройкам, гражданской авиации, нарушая телефонную и телеграфную связь.



глава
ДЕВЯТАЯ

Истические
ЯВЛЕНИЯ



днажды в Швейцарии несколько альпинистов, после невероятных усилий достигнув высокой снежной вершины, стали спускаться. Но обратный путь оказался еще опаснее и страшнее. На крутом обледенелом спуске один из альпинистов неожиданно поскользнулся, упал и полетел в пропасть. Другой, к которому он был привязан, от сильного рывка не устоял на ногах и полетел вслед за ним. Остальные трое крепко уперлись в лед ногами и палками. Они могли бы удержать своих товарищей, но веревка от страшного натяжения лопнула, и двое несчастных погибли в пропасти. Спасти их не было никакой возможности.

Оставшиеся в живых в глубоком молчании, потрясенные и сбятые ужасом, продолжали спускаться с большой осторожностью, внимательно глядя себе под ноги. Они медленно продвигались вперед, как вдруг один из них поднял глаза и невольно вскрикнул. Прямо перед собой на небе он увидел яркий круг, разделенный пополам продольной полосой на две половины. И в каждой половине круга стояло в небе по одному огромному кресту.

Альпинисты остановились. Им казалось, что эти два креста возникли над той пропастью, в которой погибли их товарищи. Нечего и говорить, какое удручающее впечатление произвело это видение на оставшихся в живых.

Конечно, никакой связи с двумя предшествующими смертями появление крестов в небе не имело, и нет надобности усматривать эту связь в чем-либо сверхъестественном. Это было простым совпадением двух явлений — гало и световых столбов — как раз во время гибели путников.

Венцы и гало

Иногда вокруг Солнца и Луны появляется бесцветный или окрашенный круг. Он бывает разной величины и яркости. Эти круги, образующиеся на некотором расстоянии от Луны и Солнца, называются «гало» (от греческого слова «галос» — круг для молотбы хлеба).

Лучи света задерживаются любым препятствием, но если препятствие очень мало, лучи искривляются и его огибает. Чем меньше препятствие, тем отчетливее будет наблюдаться искривление световых лучей у его краев. Это явление называется дифракцией света, или рассеянием.

Явление дифракции резко заметно на капельках воды или кристалликах льда в облаках, размеры которых очень малы. Встречая на своем пути капельку или кристаллик льда в облаке, луч света огибает их и при этом разлагается на цветные лучи, что приводит к радужной окраске круга, который называется венцом.

В жарко натопленной бане, если в воздухе много пара, вокруг электрической лампочки часто заметен радужный круг или венец. Здесь происходит такое же явление, как и в атмосфере. Лучи света, попадающие на края капелек воды, огибает их, и при этом вокруг лампы образуются радужные кольца.

Когда лучи света проходят через мельчайшие отверстия, они также разлагаются на цветные лучи. Это можно доказать простыми опытами. Если посмотреть, например, на зажженную лампу через перо птицы, то мы увидим радужные круги, т. е. лучи света, пройдя через щели пера, будут рассеиваться. То же самое мы увидим, если посмотрим на Солнце через лист черной бумаги, в котором проделано много мельчайших отверстий.

Окрашенные венцы вокруг Солнца и Луны тем меньше, чем крупнее капельки в облаке. Поэтому по мере роста в тумане или облаке капелек воды венец делается все меньше и, наконец, становится совсем незаметным. Зато на некотором расстоянии от светила появляется круг — галб.

29 июня 1790 года в Петербурге наблюдалось сложное по своей форме гало. Около восьми утра вокруг Солнца появились два радужных круга, один больше, другой меньше. Сверху и снизу к ним примыкали яркие полудуги, похожие на широкие рога. Солнце и радужные круги пересекала белая полоса, параллельно горизонту опоясывающая небо. В местах пересечения этой полосы с малым радужным кругом сияли два ложных солнца. Их стороны, обращенные к Солнцу, были красны, а от противоположных сторон тянулись длинные светящиеся хвосты. Три таких же пятна были видны и против Солнца — на белой полосе. Шестое, очень яркое пятно блестело на малом радужном круге выше Солнца.

Причина полос, венцов, галб долгое время была неизвестна и суеверные люди считали, что это «знамение божие», предсказывающее или войну, или эпидемию, или смерть правителя.

Теперь наука объясняет эти оптические явления. Галб наблюдаются на небе, когда Солнце или Луну закрывают полупрозрачные облака — перисто-слоистые или перисто-кучевые, состоящие из мельчайших кристалликов льда. Однако не все

перистые облака дают яркое галó. Для этого надо, чтобы облака были не слишком плотны и в то же время в воздухе имелось достаточное количество ледяных кристалликов.

Вторым условием для появления яркого галó должно быть однообразие в расположении кристалликов в облаке. Кристаллики могут быть расположены тремя способами: беспорядочно, перпендикулярно к горизонту и параллельно ему. В зависимости от этого положения кристалликов в атмосфере около Солнца или Луны и наблюдаются галó того или иного вида.

При беспорядочном расположении кристалликов появляется круг, при их вертикальном положении — ложные солнца, а при горизонтальном — касательные дуги и круг. Простое галó не считается особенно редким явлением. В Ленинграде галó появляются раз 15 в год. Иногда после появления галó летом температура воздуха понижается, а зимой, наоборот, повышается. Эти наблюдения подтверждают связь между гало и циклоном, перед которым обычно появляются перисто-слоистые облака. Появление ярких и сложных гало нередко служит предвестником резкого изменения погоды в ближайшие дни (потепление в холодное время года и похолодание — в теплое) и увеличения облачности.

Кресты в небе образуются, когда части дуг галó пересекают световой столб, стоящий над Солнцем. Световые же столбы образуются от лучей, отраженных ледяными кристалликами, плавающими в атмосфере, когда Солнце или Луна находятся на несколько градусов ниже или выше горизонта. Описанное в начале главы явление было соединением части сложного галó и световых столбов.

Ложные солнца

В «Слове о полку Игореве» говорится о том, что над русской землей сияло четыре солнца и воины предсказывали «беду великую». А когда русское войско отступило и князь северский Игорь Святославич был взят в плен ханом половецким, люди говорили, что это несчастье было предсказано чудом четырех солнц, сиявших в небе одновременно.

В XVI веке войска императора Карла V под командованием Морица Саксонского осаждали город Магдебург, когда вдруг над городом засияло три солнца. Жители осажденного города не знали, что предвещает им это «знамение»: радость или горе. И вдруг в стане врага за городскими стенами зазвучали медные трубы, стенобитные машины были отодвинуты от стен города, палатки в лагере свернуты, войска строились в походном порядке. Осада была снята. «Я не мог решиться осаждать город, над которым сияло три солнца» — докладывал позднее Мориц Саксонский Карлу V.

Отчего же образуются ложные солнца?

Когда в ледяном облаке шестигранные кристаллики льда расположены вертикально, луч света, войдя через одну из боковых граней кристаллика, выйдет через другую и пойдет к глазу наблюдателя. В результате мы увидим два одинаковых светлых пятна, расположенных на окружности гало по одной горизонтальной линии с Солнцем. Разница в образовании этих пятен и гало заключается в том, что пятна появляются при прохождении луча через шестигранные кристаллики льда, вертикально падающие острием вниз, а гало — при прохождении луча через такие же, но падающие беспорядочно кристаллики льда. В обоих случаях луч света входит в кристаллик через одну боковую грань, а выходит через другую. Именно поэтому ложные солнца появляются всегда на окружности гало, составляя как бы его часть.

Светлые пятна на окружности гало могут быть очень яркими. В древности люди не понимали их происхождения и называли солнцами. Когда около Солнца появлялись какие-либо светящиеся круги и дуги, русские крестьяне говорили: «Солнце в рукавицах», «Солнце с ушами»...

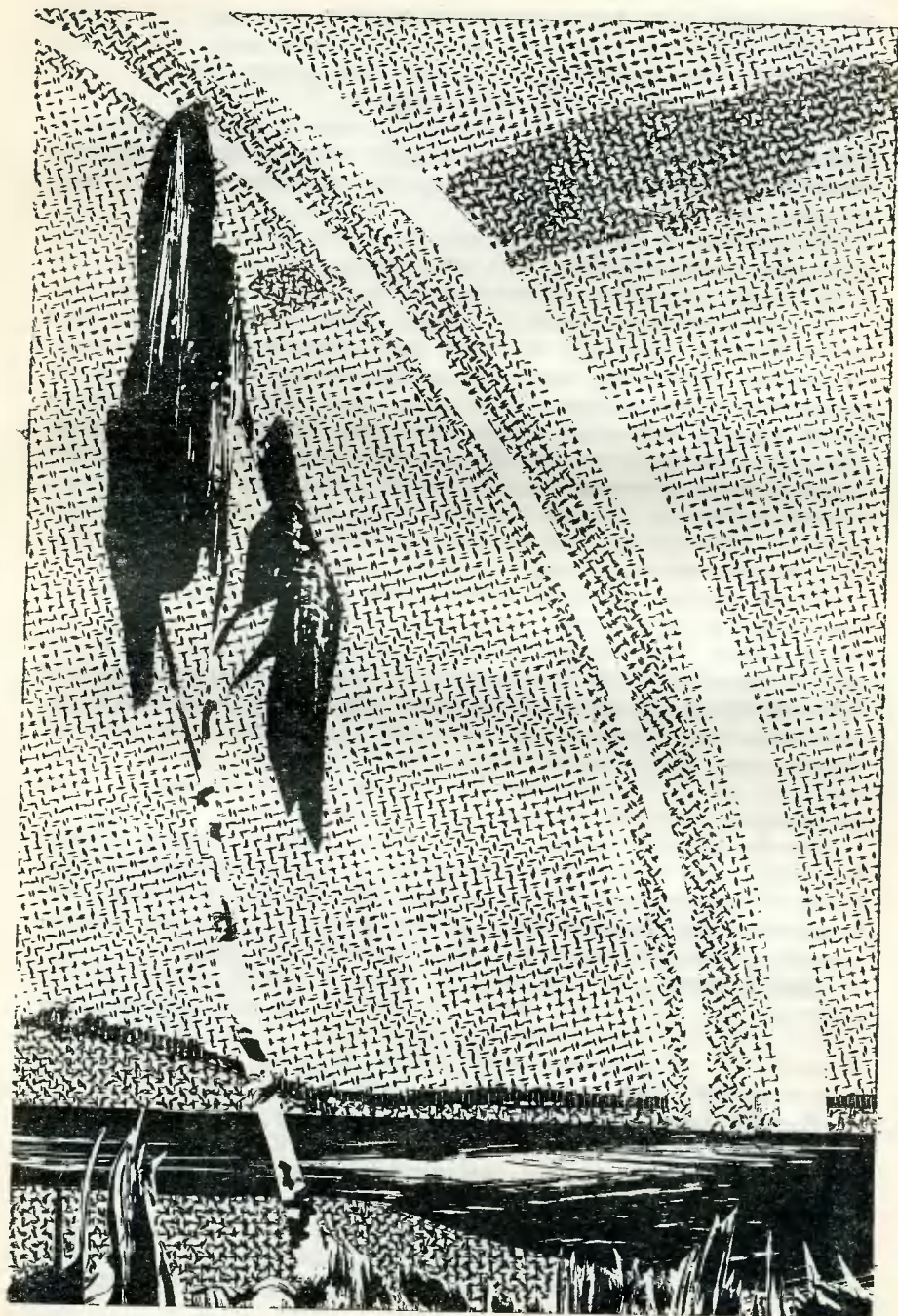
Светлые пятна около Солнца в Сибири называют «пасолнцами», т. е. не настоящим Солнцем. (Приставка «па» означает «не настоящее»). Пасолнца бывают там довольно часто, к ним все привыкли, и никаких суеверий они не вызывают. «Пасолнцевый свет не ярок — глаза терпят», — говорят в Сибири.

Много разных примет и суеверий было связано с появлением на небе светящихся полос и пятен. И если раньше от них ждали какой-либо беды, вроде войны, эпидемий, голода, то теперь от них ждут только изменений погоды. Эта связь замечена уже давно и выразилась в народных поговорках: «Пасолнца — к тихой погоде, пасолнца летом — к засухе, зимой — к морозу».

Радуга

Радуга всегда привлекала внимание людей. Многие думают до сих пор, что яркая радуга предвещает окончание дождя. Но это неверно. К тому же бывают случаи, что радуга появляется и перед дождем. Когда мы смотрим на эту разноцветную прозрачную дугу на небе, нам кажется, что она своими концами упирается в землю.

В Поволжье, если смотреть с крутого берега Волги на радугу, часто представляется, что ее конец погружается в реку или в одно из озер, связанных с Волгой. И потому, что радуга часто появляется после дождя, когда лужи уже высыхают, в народном представлении получился образ радуги, как бы



выпивающей или высасывающей воду с поверхности земли. Поэтому радуги в Поволжье прозвали «труба дужная».

Отсюда же произошли русские поговорки: «радуга-дуга, не пей воду», «радуга ушат воды выпила».

Славяне-язычники были убеждены, что радуга — это огненный лук, которым бог Перун пускал свои огненные стрелы-молнии. И долгое время среди народа говорили: «Ах ты, радуга-дуга, не убей мужика».

В древней Индии считали, что бог света Индра после битвы с духами тьмы и победы над ними вешал на радугу свое оружие. Радуга казалась древним индийцам чем-то вещественным.

В представлении арабов радуга была также луком бога света Кузаха, который он клал на облака во время отдыха.

Радуга возникает, когда лучи солнца преломляются и отражаются в мельчайших капельках воды. Правильное объяснение радуги появилось после того, как была разгадана природа луча света. Если белый луч пропустить через стеклянную призму, то различные цветные лучи, входящие в его состав, преломляются в призме по-разному — одни больше, другие меньше. Призма как бы отделяет цветные лучи друг от друга. Эту многоцветную полосу называют спектром.

Когда воздух насыщен капельками воды, в которых может преломиться солнечный луч, появляется радуга — будь это после дождя или непосредственно перед ним. Войдя в капельку воды, солнечный луч преломляется, изменяет свое направление и разлагается при этом на цветные лучи. Пройдя через каплю, цветные лучи отражаются от ее внутренней противоположной поверхности и проходят через каплю обратно, причем перед выходом из капли испытывают еще одно преломление. Очень маленькие капельки облаков или тумана не дают радуги.

Чтобы видеть радугу, наблюдатель должен стоять спиной к солнцу, между солнцем и каплями дождя, в которых происходит преломление. С земли нельзя увидеть радугу больше чем в половину окружности. Если же подняться над земной поверхностью, то можно увидеть почти полный круг радуги.

Теперь ясен ответ на вопрос, где кончается радуга. У радуги концов нет, и она нигде не кончается или, вернее, кончается там, где кончаются капельки воды, преломляющие солнечный свет и расположенные таким образом, что преломленный и отраженный свет может попасть в наш глаз.

В 1956 году при полете на самолете был отмечен случай круглой радуги. Окраска и ширина радуги были обычными. Центры радуги, Солнца и самолета находились на одной прямой. Радуга представляла собой удивительно красивый замкнутый круг.

Несколько человек с разных мест одновременно видят не одну и ту же радугу, а каждый только свою, потому что при

передвижениях радуга движется вместе с нами, подобно полю лунного блеска в воде.

Чаще всего на небе бывает одна радуга. Но иногда появляются две радуги одновременно, причем они располагаются одна над другой. Вторая радуга имеет обратное расположение цветных полос. Такое явление получается, когда солнечные лучи дважды отражаются в каплях воды, расположенных выше капель, дающих первую радугу.

Иногда, хотя и очень редко, наблюдается одновременно по три и даже по четыре радуги. 24 сентября 1948 года в Ленинграде около шести с половиной часов вечера над Невой появились четыре радуги. Небо было покрыто темными дождевыми тучами. Порывистый ветер с моря был насыщен капельками воды. Неожиданно из-за туч выглянуло заходящее солнце, и сразу же через все небо раскинулась яркая радуга. Одновременно с ней, несколько выше, возникла вторая с обратным расположением полос. Она была вызвана отраженными лучами солнца от поверхности Невы. Через несколько минут на внутреннем крае основной радуги, непосредственно соприкасаясь с ней, образовалась узкая третья, а затем и четвертая радуга. Они были раза в три-четыре уже основной и значительно ее бледнее. Наиболее яркой частью этих двух радуг были их малиновые полосы. Все четыре радуги держались на небе около 15—20 минут.

Иногда радуги висят «вверх ногами». Это бывает на берегу больших озер или закрытых морских заливов, где вода спокойна и потому хорошо отражает лучи, падающие на ее поверхность. Радуга, образовавшаяся от этих отраженных лучей, всегда имеет обратное расположение цветов.

Радуги часто появляются в брызгах водопада или фонтана, освещенного солнечными лучами; иногда удавалось наблюдать в таких брызгах до семнадцати радуг.

Бывают и лунные радуги. После ночного дождя, когда из-за туч выглянет луна, иногда в стороне неба, противоположной луне, можно заметить бледную, слегка радужную дугу; лунный свет гораздо слабее солнечного, а потому и радуга бледнее.

Миражи

«В Африке происходят удивительные вещи... В некоторые времена года, особенно при полном отсутствии ветра, в воздухе показываются изображения различных зверей, неподвижных и движущихся. То эти звери как будто бегут от зрителя, то сами его преследуют; все они страшной величины, так что пугают тех, кто не привык к таким зрелищам. Когда они настигают зрителя, то окружают тело как бы холодным туманом. Путешественники очень пугаются этого явления, а

местные жители не обращают на него никакого внимания...» Так был описан мираж около двух тысяч лет тому назад.

В пустынях миражи довольно частое явление.

Иногда в мареве жаркого воздуха путники видят, что навстречу им мчится автомобиль, но по размерам он похож на трехэтажный троллейбус. Иногда миражи вызывают даже тревогу, например, когда на горизонте начинает полыхать грандиозный пожар. Клубы черного дыма вздымаются к небу, языки красного пламени дают грозные отсветы. «Что это? — начинают волноваться путники. — Горит ли поселок? Или здесь оказался действующий вулкан, не обозначенный на карте?»

Люди, волнуясь, спешат к пожару. И через некоторое время видят, что нет ни пожара, ни вулкана, а навстречу им мирно катится полутонна грузовой. Его стекло отражает лучи заходящего солнца, и он окружен обычной пеленой пыли. Это распространенное оптическое явление в пустыне, когда клубы пыли и «зайчик», отраженный стеклом машины, вырастают до размеров гигантского пожара.

Рассказы о том, как в Сахаре перед караванами неожиданно появляется роща из пальм, большое озеро или город — всем известны. Обыкновенно видение так правдоподобно, что уставшие путники ускоряют шаг. Но сколько ни иди к этому чудесному, манящему видению, достигнуть его невозможно. Оно как бы уходит все дальше и дальше и наконец тает в воздухе.

Миражи можно видеть не только в пустынях, они бывают и в степях, и на море, и в больших городах. Они бывают в жарких южных странах и в холодных арктических. Как будто иногда разные участки воздушного океана превращаются временно в систему плохих зеркал.

Л. Ласкава описывает мираж, который она видела летом 1960 года в Казахстане:

«...Часа через два показался город. Он уже расстилал по горизонту десятки змеек-дымков. Едва различимые башенные краны высоко вздымали свои стрелы... Мы проехали еще километров 20. Город по-прежнему пламенел вдали под огненным солнцем. Вдруг он как бы зашевелился в воздухе, сдвинулся с места и весь, как стоял, отделился от земли. Дымы засверкали, здания замельтешили, башенные краны исказились и вытянулись, все заструилось багрецом и медленно потекло вдаль. Теперь город казался отраженным в озере, где легкий ветерок внезапно подернул воду мелкой рябью. Растерянно мы провожали уплывающее видение. Мираж растворился в мутной сухой мгле. Над степью остались размытые тени...»

Если опустить ложку в стакан с водой, то на границе воды и воздуха ложка покажется сломанной. Это происходит

потому, что лучи, идущие в наш глаз от ложки, меняют направление при переходе из более плотной жидкости в менее плотный воздух.

То же самое происходит с лучом света и в воздухе при переходе из слоя более плотного в менее плотный, а воздух вверх как правило, плотнее, чем в нижнем слое. Разница будет только в том, что на границе воздух — вода преломление более резкое, а в воздухе луч света искривляется постепенно, потому что рядом лежащие слои никогда не имеют резкой границы по плотности; световой луч получает вид кривой, постепенно меняющей свое направление. Искривление луча света в атмосфере Земли называется земной рефракцией.

Благодаря рефракции все отдаленные предметы кажутся немного выше и немного ближе, чем на самом деле. Нам также кажется, что Солнце восходит раньше, а заходит позже действительного момента его восхода и захода. Поэтому в наших широтах фактическая продолжительность дня удлинится на 8—13 минут против теоретической. Астрономы, определяя положение звезд на небе, вносят поправку на рефракцию.

В 1596 году у Новой Земли зимовала экспедиция полярного исследователя Баренца. Члены экспедиции с нетерпением ждали конца полярной ночи. Они знали, что Солнце должно появиться в этих широтах над горизонтом в середине февраля. Но спутники Баренца неожиданно увидели край Солнца над горизонтом 24 января, почти на три недели раньше срока. Это могло произойти только благодаря очень сильной рефракции.

Б. Житков записал впечатление от миража, виденного им с парохода, когда он плыл из Архангельска на Новую Землю: «Миновали остров Колгуев и шли открытым морем. Мы стояли на мостике. Вдруг прямо по курсу парохода увидели темную полосу вздымавшейся из моря суши. Эта полоса казалась цепью тесно лежащих островов.

— Как? Уже видна Новая Земля? — спросил один из пассажиров...

Пароход шумел винтами и мчался прямо к обманчивому берегу. Но суша уходила от нас, и новые призраки появлялись вдали.

Мы долго любовались маревом. Потом подул северный ветер, и море вновь стало пустым и угрюмым».

Полярный путешественник Норденшельд описывает в своем путевом дневнике (1880 год) следующий случай, происшедший с ним в Арктике. Однажды на горизонте показалась темная полоса, которую путешественник принял за очертание острова. Темная полоса затем быстро поднялась. Норденшельд приписал это рассеянию тумана и более ясной видимости берега. Некоторое время спустя по обе стороны земли показались два белых снеж-

ных поля, и вдруг все превратилось в морское чудовище в виде головы моржа величиной с гору. Как только исчез этот мираж, один матрос закричал: «Земля у носа! Высокая земля!» И перед путешественниками предстала альпийская страна с горными вершинами и глетчерами. Но и эта картина через несколько мгновений превратилась в край льдины, покрытой темным слоем земли...

В пустынях чаще всего бывают «нижние» миражи. Они зависят от того, что нижний слой воздуха у земли очень сильно нагрет и оказывается менее плотным, чем верхние. Тогда лучи, идущие от предмета, изгибаются постепенно от слоя к слою и поэтому наблюдатель видит наряду с самим предметом его обратное изображение. Именно такой мираж обманывает путника в пустыне.

У нас миражи бывают в Поволжье, Казахстане, Средней Азии, Арктике. В восточных степях его называют маревом, под Астраханью — подводом, на севере — мороком. В летнее время нижний мираж часто наблюдается на асфальтированных и гудронированных дорогах, сильно нагретых солнцем. Гладкая матовая поверхность дороги кажется вдали как бы политой водой и отражает далекие предметы. Иногда при нижнем мираже предметы принимают громадные размеры и искаженные формы.

Рано утром, когда нижние слои воздуха холоднее верхних, наблюдаются явления верхних миражей, т. е. изображение предмета помещается над самим предметом. Это часто бывает на севере, где нижние слои воздуха охлаждаются от снежного покрова, а верхние остаются более теплыми. Бывают верхние миражи также над морями, где часто нижние слои холоднее верхних. Здесь ход луча обратный тому, какой мы видели при нижнем мираже: луч обращен к земле вогнутостью.

При явлениях верхнего миража наблюдают иногда прямое изображение предмета, иногда опрокинутое, как бы висящее в воздухе. Бывают случаи и двойного верхнего миража — два изображения, и прямое, и перевернутое, видны одновременно.

На море иногда видны при верхнем мираже корабли и острова, которые находятся за горизонтом. «Я так отчетливо видел в бинокль контуры и оснастку корабля, что не колеблясь признал его за корабль моего отца, — писал один полярный путешественник. — Впоследствии, сравнивая наши лоции, мы убедились, что были на расстоянии пятидесяти пяти километров друг от друга», т. е. они не могли видеть друг друга.

Среди моряков в старину существовала легенда о «Летучем голландце» — корабле-призраке, на котором будто бы путешествовали мертвецы. Встреча с ним считалась среди суеверных моряков дурной приметой, предвещавшей гибель. Громадный парусный корабль проплывал мимо совершенно бесшумно, не отвечая на сигналы. На палубе не видно было людей и не заметно

никакого движения. Некоторые моряки, преувеличивая, рассказывали, что на корабле-призраке раздавался только унылый звон корабельного колокола. Корабль плыл прямо на встречное судно, потом внезапно исчезал в тумане. Совершенно очевидно, что легенду породили виденные моряками верхние миражи, отражавшие корабли, которые действительно шли в это время по морю.

В середине прошлого века в Англии обитатели Бристолья и нескольких деревень около пяти часов вечера увидели на небе, покрытом густыми облаками, громадную армию. Она состояла из всадников, ехавших то шагом, то рысью. Все воины были в одинаковых мундирах и держали в руках сабли. Можно было различить даже узды и стремяна. Некоторое время они проходили по шести в ряд, потом выстроились в две линии. Весь Бристоль был взволнован этим видением. Его объяснили верхним миражем — отражением армии, проходившей в тот день где-то вдали от мест наблюдения.

Иногда при явлениях верхнего миража можно видеть в воздухе целый город. Он как бы отражен в зеркале и висит «вверх ногами». Такая картина наблюдалась в Париже в 1869 году. Этот мираж происходил при лунном свете и многие его видели. Луна светила довольно ярко, хотя небо было закрыто легким туманом. В течение целого часа в этом тумане «вверх ногами», как в зеркале, отражался Париж, с его дворцами, памятниками, рекой и мостами.

Иногда один и тот же мираж время от времени появляется в одном и том же месте. Когда в воздухе показывается и затем исчезает один и тот же город и когда это наблюдают суеверные и не знакомые с наукой люди, то естественно, что отсюда возникают легенды о каком-нибудь проклятом или заколдованном месте.

Помощник капитана на пароходе «Стрельна», который шел по Финскому заливу невдалеке от берега и в виду Ленинграда, рассказывал, что летом 1946 года вся вахта видела, как при тихой солнечной погоде им навстречу шел буксир с баржами. По мере того, как расстояние между «Стрельной» и буксиром уменьшалось, баржи и буксир все росли вверх и, наконец, превратились в высокие дома.

В море чаще, чем на суше, появляются сложные миражи, которые происходят благодаря чередованию слоев воздуха с разной плотностью. Сложные миражи состоят из нескольких перевернутых и прямых изображений.

Бывают и боковые миражи. Они образуются в слоях воздуха, находящихся у сильно нагретой солнцем стены. Стена играет роль нагретой почвы. Слой воздуха, прилегающий к стене, нагрет сильнее и менее плотен, чем рядом лежащий слой. На границе

этих слоев и наблюдается отраженное изображение предмета, находящегося недалеко от стены.

Боковой мираж нередко наблюдается на Женевском озере при восходе солнца. Это объясняется тем, что южная часть озера утром еще не нагрелась, потому что на нее падает тень окружающих гор, а северная часть озера уже нагрелась утренним солнцем. Над озером образуется вертикальная граница между нагретым и ненагретым слоем. Если в такое время смотреть вдоль озера, то можно заметить рядом с плавающими на озере лодками их боковые изображения.

Фата-моргана

Злая фея Моргана из арабских сказок любила, будто бы, завлекать путников в глубину пустыни видениями садов, фонтанов, дворцов, озер, которые постоянно менялись, то возникая, то разрушаясь.

Сказочные картины меняющегося миража названы поэтому фата-морганой.

У берегов Сицилии фата-моргана бывает обыкновенно на рассвете при отсутствии ветра. Над морем появляются ряды столбов одинаковой величины, освещенных и расставленных на равном расстоянии друг от друга. Тут же, на глазах зрителя, они соединяются арками наподобие древних римских водопроводов. Иногда на их вершинах образуется карниз, уставленный бесчисленным множеством башен, которые вдруг заменяются колоннадой, колоннада — стеной с окнами, стена — целым лесом сосен и кипарисов, а в конце концов все явление внезапно исчезает.

Фата-моргана появляется, когда слои воздуха разной плотности находятся в медленном движении, перемещаясь относительно друг друга, ломают границы между собой, но не смешиваются. Фата-моргана особенно ярка и продолжительна в полярных странах. Один из исследователей севера картинно описывает фата-моргану, которую видел с борта корабля на 80-м градусе северной широты, т. е. в 10 градусах от полюса. «Самые необыкновенные формы, какие только можно вообразить, поочередно показывались над горизонтом. То появится нечто вроде колокольни или пика, то крест, то меч, то как бы человеческие фигуры, и затем все заменится ясным контуром ледяной горы, возвышающимся подобно крепости. Ледяные поля принимали вид равнин, усеянных деревьями и животными. Медведи, собаки, птицы, люди танцевали перед нами на воздухе, иногда прыгая с поверхности моря к небу... Невозможно описать это величественное зрелище. Видение за видением появлялось как бы по мановению волшебной палочки и затем так же быстро исчезало. Такой спектакль продолжался большую часть дня, но поднявшийся затем сильный северный ветер сразу прекратил его».

Игра солнца

«Из раскаленных туч выскользнуло солнце, сплюсилось и медленно кануло в море», — так описал закат солнца Алексей Толстой. Действительно, при заходе солнца и луны их диски часто кажутся не круглыми, а приплюснутыми. Но бывает и так, что солнце и луна у горизонта принимают странные и неправильные формы. Это явление также объясняется разной плотностью слоев воздуха в самых нижних слоях атмосферы.

В народе необычные изменения формы солнца издавна привлекали к себе внимание и названы «игрой Солнца».

В Лаврентьевской летописи (1230 год) записано: «Того же месяца мая в 10-й день в пяток пятой недели на Пасце нецыи видеша рано восходящу Солнцу, бысть на три угла яко и коврига, потом мало бысть аки звезда, тако и погыбе, потом опять мало взыде в своем чину». Здесь подробно описано Солнце, взошедшее в виде треугольника, превратившегося в ковригу, потом в звезду. Затем оно опять погрузилось на горизонте и уже появилось «в своем чину», т. е. в обычном виде.

Во многих странах распространено суеверие, будто бы солнце на пасху, в троицу и в день Ивана Купала «играет» разными цветами и даже «прыгает». Это явление, конечно, ни в какой мере не связано с религиозными праздниками. Действительно, иногда около солнца появляются разноцветные сияния и самый диск солнца принимает необычную форму: то оно как бы покрыто шапочкой, то имеет сплюснутый вид, то от него отделяются сегменты другого оттенка. Такие необычные оптические явления объясняются тем, что в атмосфере при некоторых условиях верхние воздушные слои теплее нижних; плотность их распределена неравномерно, и поэтому лучи солнца преломляются ненормально. Иногда теплых слоев бывает в атмосфере несколько. Это особенно часто бывает в горах, где холодный воздух стекает вниз с горных склонов, а более теплый располагается вверху. Поэтому на высокогорных станциях «игра солнца» наблюдается не так редко, как на станциях, расположенных внизу. Может быть, «игру солнца» приурочили к празднику пасхи или к празднику троицы потому, что наши предки нередко поднимались для отправления религиозных обрядов в горы, где находились места богослужений.

На одной из горных станций явление «игры солнца» наблюдалось в апреле 1951 года особенно эффектно. Солнце поднялось из-за гор, как бы перетянутое в верхней своей половине на три части, причем справа и слева они имели яркую зеленую окраску. В это время один из теплых воздушных слоев был обозначен слабой полоской мглы. Таких слоев, видимо, в атмосфере было несколько, и когда солнце прорывалось через них, над его диском

появлялось маленькое зеленое пятнышко, которое затем, по мере поднятия солнца, сливалось с его диском и исчезало. Достигнув слоя воздуха, видимо, с особенно резким скачком температуры, диск солнца вдруг стал совершенно плоским, и всего на одну секунду над ним сверкнул слабый зеленый огонек. В следующее же мгновение солнце как бы толчком «подпрыгнуло» на целую треть своего диаметра вверх и поглотило зеленый огонек.

«На Ивана Купала солнце купается» — говорит старинная народная примета. В это время года (июнь) солнце иногда при восходе и закате то как бы поднимается, то опускается. Это все те же явления ненормальной рефракции.

Воздушные призраки

Во время первой империалистической войны 1914—1918 годов русская армия, действующая на Карпатах, наблюдала странное явление: на небе в облаках появилась громадная фигура женщины с младенцем на руках. Голову женщины окружали правильные круги в виде сияния. Это видение наблюдали сотни людей и, не зная законов природы, они объяснили его тем, что солдатам явилась богородица, предвещающая победу.

Один путешественник в горах Тянь-Шаня наблюдал такое же видение с той только разницей, что на небе показалась не женщина с ребенком на руках, а горный козел с ветвистыми рогами, причем его голову окружало такое же чудесное сияние, расходящееся кольцами.

Впервые это явление было описано в середине XVIII века и названо Броккенским призраком, так как часто наблюдалось туристами в горах Гарца на высокой вершине Броккен. Явления Броккенского призрака бывают во всех горных странах в самых различных широтах. Чаше они наблюдаются на восходе или на закате солнца. Ничего необъяснимого в этих явлениях нет. И женщина с ребенком на руках, и козел находились на поверхности земли в то самое время, когда они показались на небе. Небо в данном случае играло роль экрана, на котором отражаются тени случайных фигур. Эти явления наблюдаются всегда при низко стоящем солнце, тумане, окружающем наблюдателя, и облаке в стороне, противоположной солнцу. Тень от предмета падает на это облако, как на далекую стену, и потому получается огромных размеров. А круги вокруг нее образуются отклонением и преломлением солнечных лучей мельчайшими капельками влаги, из которых состоит туман.

В 1941 году А. Ярошевский — начальник крымской метеорологической станции Караби-Яйла — также видел Броккенский призрак. Это был огромный силуэт человека, окруженный кольцеобразным радужным сиянием. Силуэт повторял все дви-

жения Ярошевского. Минут через десять туман стал редеть, и Броккенский призрак, постепенно теряя форму и растворяясь в тумане, исчез.

Иногда Броккенские призраки наблюдаются и на берегах морей и вообще в условиях, благоприятных образованию тумана. Тень наблюдателя, окруженная ореолом, появляется и на траве луга, покрытого росой. При этом солнце должно находиться низко у горизонта и за спиной наблюдателя.

Броккенский призрак можно получить и без солнца, что нетрудно проверить каждому. Для этого надо туманной ночью встать в комнате у открытого окна спиной к зажженной яркой лампе. Тогда тень наблюдателя будет проектироваться на тумане, как на экране, и будет окружена светлыми радужными кольцами.

Зеленый луч

На южных черноморских курортах отдыхающие часто в часы заката выходят к берегу моря или на балкон или поднимаются повыше в горы, чтобы «поймать» последний луч заходящего солнца. Но он лишь очень редко бывает зеленым. Поэтому и увидеть зеленый луч считается большой удачей.

Как известно, лучи разных участков спектра преломляются различно. Солнечный диск у горизонта вытягивается сверху вниз и разлагается на ряд разноцветных лучей. Средние лучи, налагаясь друг на друга, дают белый или желтый цвет диска, нижний луч дает красную полосу, верхний — зеленую и едва уловимую синюю, сливающуюся с синевой неба. Таким образом, при восходе солнца верхний его край, появляясь над горизонтом, должен при некоторых условиях казаться сначала голубым, затем ярко-зеленым. Это и называют зеленым лучом. Зеленый луч наблюдается и при заходе солнца в момент исчезновения верхнего края диска за горизонтом.

Явление зеленого луча лучше видно там, где горизонт ровнее (морская поверхность, ровная степь); атмосфера при этом должна быть особенно прозрачна, а солнце должно восходить или заходить не красным шаром, а ослепительно белым или желтым диском. Зеленый луч хорошо виден и в высоких, и в низких широтах, но высокие широты более благоприятны: до широты 45 градусов явление зеленого луча теоретически длится не более секунды, до широты 60 градусов — до двух секунд, на широте 65 градусов оно может продолжаться до четырех секунд. При летнем солнцестоянии, когда солнце сравнительно долго заходит и восходит, длительность зеленого луча максимальная. Это как раз время праздников иванова и петрова дня, когда в старину «караулили солнце».

Мерцание звезд

Мерцание звезд часто описывается в художественной литературе. Прозаики и поэты образно писали, что «звезды трепетали в небе», «звезды подмигивали», «звезды посылали свои трепетные лучи», «звезды дрожали», «мерцают звезд золотые ресницы...», но почти никто не отметил, что звезды не только мерцают, но и переливаются разноцветными огнями. Причина же обоих явлений одинакова.

Еще Аристотель, более 2000 лет назад, описывал мерцание звезд, а Птолемей (1 век нашей эры) писал, что «звезды у горизонта мерцают сильнее, чем звезды в зените». Это объясняется тем, что лучи звезд, находящихся у горизонта, проходят большую толщу воздуха, чем лучи звезд, стоящих высоко.

Происходит мерцание благодаря преломлению лучей. Воздушный океан над нами, как уже не раз говорилось, неоднороден и состоит из слоев самой различной плотности. Границы между этими слоями никогда не бывают постоянными. Различные воздушные потоки и вихри нарушают их и перемешивают слои различной плотности. Поэтому лучи, идущие от далеких солнц вселенной, попадая в земную атмосферу, то сближаются между собой, то расходятся, и в глаз наблюдателя попадает то большее, то меньшее количество лучей. От этого меняется яркость изображения, и нам кажется, что звезда то вспыхивает, то гаснет.

Звезды переливаются разноцветными огнями, потому что лучи звезд разлагаются в атмосфере на отдельные цвета и доходят до наблюдателя в самых разнообразных сочетаниях.

Замечено, что при усилении ветра и повышении влажности воздуха усиливается и мерцание звезд. Снег и ледяные кристаллики в верхних слоях атмосферы также усиливают мерцание. Вообще, чем тише и теплее погода, тем оно слабее. Мерцание звезд является одним из признаков наступления дождливой погоды.

глава
ДЕСЯТАЯ



Сегодня



Каждый день по радио мы слушаем сообщения о погоде. Нам говорят о температуре воздуха, силе и направлении ветра, облачности и осадках. Все эти метеорологические элементы связаны друг с другом и влияют друг на друга. Но каковы эти влияния? Отчего меняется погода?

Почему, например, вчера была ясная погода, а сегодня откуда-то наползли тяжелые темные облака и пошел дождь? Почему в разгар весны наступают заморозки и губят плодовые деревья? Почему в прошлом году зима была суровая, а в этом году теплая и мягкая?

Человек, наблюдая за погодой, уже давно задумывался над причинами таких перемен и пытался не только использовать благоприятные проявления погоды, но и бороться с вредными.

Все живые существа поддаются влиянию погоды. Порой исторические события так же, как и случаи из жизни отдельного человека, протекают в зависимости от погоды. С ней приходится считаться не только при организации экскурсий, спортивных состязаний, путешествий. От погоды зависят и более серьезные дела: работа авиации, доставка скоропортящихся грузов, передача электроэнергии, работа радио, телеграфа и телефона. И только учитывая все возможности погоды данного места, строители делают расчет постройки зданий, плотин и мостов, прокладки железнодорожных путей, а диспетчеры регулируют движение железнодорожного, водного и воздушного транспорта.

Ко всякой погоде человек может приспособиться. Но пагубными могут оказаться ее резкие перемены: внезапный подъем или падение температуры, ливни, град, ураган, жестокие морозы. Например, ливень не только может помешать прогулке, но и при некоторых условиях принести немало бедствий.

Ливни в горах образуют бурные потоки, которые бешено несутся по горным склонам, увлекая глину, песок, щебень, камни, а иногда и громадные каменные глыбы. Такие потоки называются селями. Они опасны особенно тем, что возникают внезапно, неожиданно, и хотя такие ливни длятся только несколько

часов, даже минут, их последствия приходится ликвидировать несколько месяцев, а то и лет.

В 1921 году после ливня в горах бурный поток затопил город Алма-Ату, разрушил несколько кварталов города, нагромоздил на улицах миллионы тонн камня (некоторые глыбы были весом до 25 тонн), промыл рывтины глубиной в несколько метров. В 1946 году сель ворвался в город Ереван, произвел разрушения нескольких кварталов и завалил валунами многие улицы.

Продолжительные дожди размывают полотно железных дорог и могут привести к катастрофе. Они же вызывают наводнения, переполняя русла рек. В 1952 году в США река Миссисипи и ее притоки вышли из берегов и затопили огромную площадь. Вода неслась с быстротой скорого поезда, вырывала деревья с корнем, разрушала плотины, здания. В течение нескольких часов были разрушены и снесены с лица земли многие города и селения.

Еще страшнее ураганы. В январе 1954 года в Швеции ураган принес огромный ущерб хозяйству страны. В результате повреждений электрической сети целые районы страны оказались погруженными в темноту в течение трех суток. Железнодорожное сообщение было прервано, нарушена телефонная и телеграфная связь. Вокруг Стокгольма было свалено до миллиона деревьев. В Дании и Бельгии были разрушены плотины, затоплены жилые дома и склады.

Даже град, который выпадает из внезапно налетевшей тучи и продолжается всего несколько минут, может иметь катастрофические последствия. 5 июля 1953 года в Калининской области град с ливнем продолжался всего 18 минут. Но все, даже старые, яблони были обиты, полег картофель, кусты томатов срезаны, как ножом. Повалено много заборов, вековых берез и сосен. В домах выбиты стекла.

Случалось даже, что внезапные изменения погоды решали исход войны. Так, во время англо-испанской войны король испанский Филипп II, создавая флот «Великую армаду» для покорения Англии, был уверен в победе. Казалось, он предусмотрел все возможности, но предугадать погоду он не смог. Внезапная буря помогла англичанам, и от испанской армады ничего не осталось.

Один из походов царя Ивана IV на Казань в 1548 году был неудачен вследствие неожиданно теплой и малоснежной зимы. Лед на Волге был так тонок, что в феврале при перевозе у Нижнего Новгорода (ныне Горький) многие пушки и пищали провалились в воду и в полыньях погибло много ратных людей.

В первую мировую войну задуманное англичанами наступление в Бельгии не могло состояться из-за внезапно хлынувших к моменту наступления ливней.

В 1920 году, во время гражданской войны, наши войска под командованием М. В. Фрунзе перешли залив Сиваш, пользуясь ветром, который согнал почти всю воду из залива. Под покровом тумана Красная Армия неожиданно появилась в тылу белогвардейцев Врангеля. Этот переход Сиваша ускорил освобождение Крымского полуострова и нашу победу.

Таких примеров много в истории каждой войны.

Нечего и говорить, что для сельского хозяйства явления погоды имеют особенно большое значение. Ливни, горячие ветры, засухи, жгучее солнце, градобития и бури могут в течение короткого времени уничтожить посевы на больших площадях и оставить людей без хлеба.

Поэтому нет ничего удивительного в том, что человек всегда боялся неожиданных проявлений погоды и старался их предугадать.

Начало постоянных наблюдений в России

Ежедневные наблюдения за погодой в России были введены впервые в XVII веке при царе Алексее Михайловиче. Царь был страстным охотником, и поэтому состояние погоды его всегда интересовало. Он приказал наряду со всяческими заботами о «ловчих птицах» отмечать ежедневно «когда идет дождь». В ежедневных записях «Приказа тайных дел» рядом с указанием, кто в тот день был на карауле, стоят и сведения о погоде. Таким образом, в России первыми метеорологами-наблюдателями были стрельцы на кремлевских стенах, а погодой, как это ни странно, ведал страшный «Приказ тайных дел».

После основания Академии наук Петром I в 1725 году правильные метеорологические наблюдения стали вестись в Петербурге. За погодой наблюдали два-три раза в день. Измерялась температура воздуха, направление и сила ветра, температура, высота воды в Неве и время ее замерзания и вскрытия. Сведения о метеорологических явлениях и новых приборах помещались в «Календаре», который издавался Академией наук. Затем Академия стала печатать и предсказания погоды на некоторое время вперед. Читатели «Календаря» хотели знать заранее, какое их ждет лето, суровая ли будет зима, и уступая их требованиям, в академическом «Календаре» стали печатать астрологические предсказания, т. е. предсказания погоды по положению звезд на небе.

С древнейших времен в человечестве укоренилось «звездное суеверие». Люди думали, что планеты и звезды влияют на погоду, что их определенное расположение на небе вызывает на земле бури, наводнения, землетрясения, засухи.

Хотя на первой странице «Календаря» было указано, что предсказания погоды по звездам, которыми занимались астро-

логи, «оставлены», но покончить с астрологией было не так-то легко. И еще долго и упорно пришлось воевать астрономам и метеорологам с астрологией, пока это суеверие окончательно рассеялось. Правда, составители «Календаря» хотя и печатали предсказания погоды по звездам, но совсем не были уверены в их точности. Сами над собой посмеиваясь, они писали: «Мы вовсе при этом не надеемся, что все, что мы предсказываем, сбудется. В случае частых неудач просим читателя помнить, что за немногие копейки нельзя много истины купить!»

В 1746 году составители «Календаря» написали, что астрологи и волхвы еще в древнем Риме считались недостойными людьми, и предсказания погоды по звездам были окончательно прекращены в академическом «Календаре», хотя в других изданиях они печатались еще и в XIX веке.

Первый русский метеоролог

Михайло Васильевич Ломоносов всю свою жизнь боролся за развитие отечественной науки, которой «себя посвятил», чтобы как он говорил, «до гроба своего с неприятелями наук российских бороться».

Этот гениальный химик и физик, крупный астроном и талантливый филолог и поэт был, кроме того, одним из лучших метеорологов XVIII века. Вопросам метеорологии он отводил немало места среди других исследований, стараясь понять, почему «знание воздушного круга еще великой тьмой покрыто». Он привык наблюдать за погодой в дни отрочества, когда вместе с отцом, холмогорским крестьянином, выходил в море на рыбный промысел и когда от погоды зависела удача и неудача их лова.

Во времена Ломоносова почти единственным измерительным прибором в руках и моряка и ученого был барометр — «стекло». Этому «стеклу» Ломоносов придавал большое значение, надеясь с его помощью раскрыть тайны погоды. Он отдавал себе отчет в том, что «предвидеть перемены погоды подлинно претрудно и едва достижимо быть кажется...», хотя тут же оптимистически утверждал, что «все трудами приобрести возможно!»

На торжественных заседаниях в Академии наук русские академики не раз рассуждали о пользе метеорологических наблюдений. М. В. Ломоносов говорил о важности предсказаний погоды для земледельцев и моряков и о том, что «несмотря на почти бесчисленные наблюдения перемены явлений, на воздухе бывающих, не токмо по всей Европе, но и в других частях света», они представляют лишь громадный беспорядочный материал.

Причину этого он видел в несовершенстве инструментов и в том, что неодинаковое «рачение» (усердие) наблюдателей «при-

водит в беспорядок и отягчает силу рассуждения», и потому «утомлена и умерщвлена сия лучшая часть натуральной науки».

Ломоносов был прав. Кроме сети метеорологических станций, которая впервые в мире была организована у нас в Сибири участниками Великой Северной экспедиции в 1730-х годах, работало еще несколько станций в разных городах. Академики во время своих путешествий по России тоже вели наблюдения. Но все это производилось без общего плана, разнородными приборами, и поэтому собранные данные не имели той научной ценности, какую могли бы иметь при правильной организации.

Устами нашего великого соотечественника впервые была высказана мысль, что наблюдения за погодой в одном или нескольких местах ничего не дадут и что для пользы этого дела необходимо устройство большой сети разбросанных по всему свету метеорологических станций, задача которых — вести постоянные, точные, систематические и согласованные наблюдения. Но, как и многие другие блестящие идеи Ломоносова, эта мысль не была подхвачена современниками.

Идеи русского ученого намного опередили знания ученых европейских стран. Достаточно сказать, что изобретенный им самопишущий компас был первым в мире, так же как и анемометр (прибор для определения силы ветра), который, по отзывам многих ученых, был задуман Ломоносовым «необыкновенно остроумно».

Над созданием морского барометра «для предсказания бури на море» Ломоносов работал четыре года. Оригинальная конструкция, которую предложил ученый, делала барометр нечувствительным к толчкам и качке на море, что дало возможность использовать его на кораблях русского флота раньше, чем где-либо.

Ломоносов первый в мире отметил вертикальные течения воздуха. И он же первый понял всю важность исследования верхних слоев атмосферы, практически осуществленного лишь в конце XIX века. Он соорудил для этих исследований машину, которая должна была поднимать метеорологические приборы в верхние слои воздуха. В протоколе заседания Академии наук записано: «Ломоносов показывал изобретенную им машину. Действием крыльев, движимых горизонтально в разных направлениях механизмом, подобным человеку, воздух нагнетается, и машина поднимается к верхним слоям, дабы можно было с помощью присоединенных к ней метеорологических снарядов исследовать состояние верхнего воздуха».

М. В. Ломоносов понимал, что предсказание погоды — великое дело. Он говорил: «Людам ничего не оставалось бы требовать от бога, если б они научились перемену погоды правильно предвидеть».

Балаклавская буря

Можно сказать, что развитие так называемой «службы погоды» в Европе было связано с Крымской войной 1854—1856 годов.

14 ноября 1854 года над Крымом пронеслась буря чудовищной силы. В те дни героически оборонявшийся Севастополь был блокирован с моря английской и французской эскадрами. Ветер обрушивался с такой силой на корабли неприятеля, что под его напором рвались стальные якорные цепи. Потеряв управление, корабли в беспорядке метались по волнам, сталкивались, сцеплялись реями и снастями. Сигналы бедствия и пушечные выстрелы заглушались раскатами грома и ревом волн, которые перекатывались через палубы, сносили орудия, ломали мачты. Некоторые суда затонули, другие сели на мель или, опрокинувшись, плавали вверх днищем. Большая часть эскадр была уничтожена.

Английский флот потерял 32 судна. Раскололся на две части и затонул у Балаклавы новый винтовой корабль «Черный принц» — гордость английского королевского флота. Многих кораблей не досчитался и французский флот. 27 судов было выброшено на берег.

Буря сопровождалась снежной метелью и градом. Палатки военных лагерей были сорваны, траншеи доверху залиты водой, одежда на солдатах промокла, люди коченели от холода.

Трое суток свирепствовала буря, и военные действия на это время прекратились сами собой. В Западной Европе после черноморской бури воцарилось такое уныние, что заговорили даже о прекращении войны.

Зато царь Николай I был доволен и писал князю Меншикову: «Спасибо буре! Она нам услужила хорошо, желательно бы еще такой!»

После несчастий, причиненных крымской бурей, директор Парижской астрономической обсерватории Леверрье задумал раскрыть тайну зарождения подобных бурь. Он был уверен, что добьется этого, если у него будет нужный материал для вычислений. Леверрье заявил об этом правительству, и удрученный Наполеон III поручил ему исследовать причины катастрофы.

Леверрье обратился к ученым, которые вели в то время метеорологические наблюдения. Он получил от них нужные сведения, нанес на карту состояние погоды в разных местах за несколько дней до и после бури на Черном море. И вот оказалось, что черноморская буря пришла в Крым издалека, через Италию и Балканский полуостров, и ее путь можно было проследить ото дня ко дню.

Тогда Леверрье заявил правительству, что если бы ему за-
благовременно передавали наблюдения над погодой из разных
мест, то он смог бы предсказать бурю и предупредить союзные
войска в Крыму о надвигающейся опасности. После такого за-
явления известного французского ученого сначала во Франции,
а затем в России и в других странах было обращено особое вни-
мание на организацию наблюдательных станций, предназначен-
ных для службы погоды. Созданные в разных государствах сети
метеорологических станций постепенно объединились в между-
народную сеть. Конечной целью этой сложной организации было
получение сведений о циклонах с момента их возникновения в
какой-либо точке Европы. Данные о продвижении циклонов пе-
редавались по телеграфу. Таким образом, те береговые пункты,
которым циклон угрожал, предупреждались об опасности.

Предсказание штормов

С 1849 года центральным метеорологическим учреждением
в России стала вновь организованная Главная физическая об-
серватория (ныне Главная геофизическая обсерватория имени
А. И. Воейкова). Ко времени организации обсерватории она по-
лучала сведения о погоде с 50-ти русских станций — это была
первая попытка организации службы погоды в нашей стране.
Затем стали поступать из-за границы регулярные сообщения о
состоянии погоды на Западе и в обсерватории был организован
отдел штормовых предупреждений. Была налажена посылка те-
леграмм каждое утро и после полудня, и в случае приближения
бури о ней предупреждались порты Балтийского, Черного и
Азовского морей.

Если ожидался сильный ветер определенного направления, в
телеграмме указывалось, какой сигнал надлежит поднять. В га-
ванях на специальных мачтах поднимались черные треугольники
днем, а ночью на той же мачте зажигались красные фонари.
Разные положения и сочетания этих знаков означали ветер раз-
ной силы и разного направления. Вскоре моряки, рыбаки и все
прибрежные жители привыкли распознавать эти сигналы. И не
одно судно было спасено от гибели благодаря этим предупре-
ждениям.

Особенно нуждались в таких предупреждениях рыболовы
юга, которые выходили в море на небольших парусных судах.
На Азовском и Каспийском морях во время осенней и весенней
путины в море всегда находилось несколько сот лодок. Зимой
промысел тоже не прекращался: рыболовы на саях отъезжали
далеко от берега «сыпать сети» под лед, оставляя их там на
значительное время. При сильных ветрах лед откалывался от
берегов и уносился в море вместе с сетями и всем уловом. По-
этому при первых признаках штормовой погоды рыбаки на са-

нях спешили спасти сети. Но часто уже бывало поздно: шторм настигал людей и приходилось думать лишь о собственном спасении. Такие случаи бывали каждую зиму. Льдины уносили в море людей и лошадей, сети и весь улов рыбы. Редко удавалось спастись занесенным в море рыбакам. Штормовые предупреждения были необходимы, они давали возможность труженникам моря, не подвергая жизнь опасности, вовремя собрать сети.

До организации предупреждений черноморские рыбаки часто занимали и брали с собой в море опытных стариков: таким «живым барометрам» иногда удавалось предугадывать шторм за два-три дня. Делали они это на основании примитивных наблюдений за направлением ветра, за движением и формой облаков, на основании многолетнего опыта, но нередко они ошибались.

Первые попытки обсерватории предсказать бури и штормы бывали не всегда удачны: порою предсказания запаздывали и шторм налетал до прихода телеграммы, порою, несмотря на предсказание, бури не было. А по праздникам бури вообще не предсказывались, потому что обсерватория не работала по воскресеньям и в другие праздничные дни.

Для более правильных и точных предсказаний необходимо было собирать систематические наблюдения из большого количества точек, — это было осуществлено значительно позднее.

Служба наводнений

На рубеже XIX и XX веков была организована специальная служба наводнений для Петербурга.

История наводнений показывает, что это явление — довольно обычное для устья Невы. Первое наводнение в старом Петербурге произошло в год основания города (1703 год). Через три года было второе наводнение, о котором Петр I писал: «У меня в хоромах вода была сверху полу 21 дюйм, а по городу и на другой стороне в лодках ездили. И зело было утешно смотреть, что люди по кровлям и по деревьям будто во время потопа сидели, не только мужики, но и бабы». Эта запись дает представление о том, насколько высок был уровень воды.

Следующее большое наводнение произошло в 1721 году. Его сопровождала буря, продолжавшаяся девять дней. Разрушения в городе и в строившейся Петропавловской крепости были огромны. Но Петр не унывал и «во время той высокой воды и шторма, выехав на буере от Зимнего дворца на луг, окружающий Адмиралтейство, изволил тешиться лавированием».

После значительного наводнения, бывшего в 1777 году в Петербурге, для предупреждения жителей была введена сигнализация выстрелами, колокольным звоном и барабанным боем. Укре-

пили берега каналов и прорыли Екатерининский канал (ныне канал Грибоедова) для стока воды. После наводнения 1824 года провели еще и Обводный канал. Это было самое сильное наводнение за все время существования Петербурга. Почти весь город залило водой. Невский проспект до Аничкова моста превратился в клокочущую реку. Около двухсот лодок, барок и судов разной величины плавало по улицам города, спасая утопающих. Убытки были огромны: вода снесла 324 дома, затопила склады и магазины, завалила обломками улицы.

Уже тогда было известно, что причиной наводнения являются сильные западные ветры, которые «сугубо Неву надувают» и как бы гонят невскую воду против течения. Наводнение в Петербурге красочно описано А. С. Пушкиным в поэме «Медный всадник»:

Но силой ветра от залива
Перегражденная Нева
Обратно шла, гневна, бурлива,
И затопляла острова.
Погода пуще свирепела,
Нева вздувалась и ревела,
Котлом клокоча и клубясь,
И вдруг, как зверь остервенясь,
На город кинулась.

Регулярные измерения уровня воды по побережью Финского залива при разных направлениях ветра показали, что, действительно, когда дует сильный и продолжительный западный ветер, в особенности если перед этим он дул с юга, вода в Неве поднимается. Ветер нагоняет воду из Балтийского моря в залив, созданная им волна начинает двигаться на восток и достигает устья Невы. Река, конечно, не течет «обратно», но уровень реки поднимается все выше, и, наконец, Нева выходит из берегов.

Были организованы постоянные наблюдения за рекой, оборудованы водомерные посты на Финском заливе и, таким образом, налажена служба предупреждений о наводнениях. Получая сведения о направлении ветра и о подъеме воды с побережий Балтийского моря и залива, «служба наводнений» предупреждала население города о надвигающейся опасности пушечными выстрелами со стен Петропавловской крепости. Наводнение, происшедшее в ноябре 1903 года, было предсказано за 18 часов.

Во время первой мировой войны организация службы наводнений пришла в упадок. Прекратилось получение телеграмм из соседних государств. Водомерные посты в заливе были разрушены и не поступало регулярных сведений об уровне воды и о силе ветра. В первые годы после революции метеорологическое обслуживание налаживалось медленно. В значительной

мере этим можно объяснить то, что подъем воды 23 сентября 1924 года был предсказан всего на 1,8 метра, тогда как вода поднялась на 3,6 метра.

Почти одновременно со службой наводнений была организована служба предупреждений о метелях и резких переменах погоды вдоль линий железных дорог.

Разделение Невы

В старинной рукописи XVI века написано: «Явление во граде Орешке (так назывался до Петра I Шлиссельбург). 1594 года на Неве реке восста буря сильна зело и воду раздели надвое и много время стояла и в те поры человек прошел между воды посуху и вси удивихася о сем чуде».

Чуда, конечно, никакого не могло произойти. Но как и почему река вдруг разделилась надвое и человек мог пройти по ее сухому дну?

Оказывается, такое же явление произошло и три века спустя. В 90-х годах прошлого столетия, как рассказывали старики, сильный ветер разделил воды в месте выхода Невы из Ладожского озера так, что часа четыре жители Шлиссельбурга и деревни Шереметьевки бродили по дну озера и реки, собирая раковинки, старинные монеты, оружие и разные предметы домашней утвари. Шлиссельбургская крепость, которая построена на острове, оказалась стоящей на возвышенности среди безводной низменности. Часа через четыре вода стала опять постепенно соединяться и вскоре Нева приняла прежний вид.

Могло ли это действительно произойти? И если это не выдумка, то отчего это случилось?

Чтобы это объяснить, надо взять карту Приневской впадины и разобраться в условиях прохождения циклонов. Если здесь проходит циклон небольшого диаметра, приблизительно такого же, как расстояние от Финского залива до Ладожского озера, то он нередко носит ураганный характер. Если южная часть такого циклона приблизительно совпадает с изгибом течения реки Невы, то, очевидно, западные ветры этой части циклона вызовут нагон морской воды в дельте Невы и наводнение в Ленинграде. В то же время у Шлиссельбурга и деревни Шереметьевки, где Нева течет из Ладожского озера почти прямо с севера на юг, ветры юго-западного направления того же циклона будут угонять речную воду обратно в озеро, преодолевая силу течения. Вследствие этого здесь, в истоках, получается картина, обратная той, какую мы видим в дельте. Часть воды идет обратно в озеро, а часть, уносимая течением, постепенно стекает вниз к порогам. Это продолжается, очевидно, до тех пор, пока длится наводнение в дельте Невы, т. е. часа четыре, иногда и больше,

пока циклон не пройдет эту местность и не последует смена ветров.

Понижение уровня Невы в истоках часто сопутствует наводнениям в Ленинграде, но такое явление, как разделение Невы, может происходить только при сочетании особых условий (направления циклона, его определенных размеров и силы) и наблюдается чрезвычайно редко.

Служба погоды

По радио ежедневно передается сводка погоды за прошедшие сутки и предсказание погоды на завтра. Определить завтрашнюю погоду не так просто. Чтобы предвидеть температуру воздуха в городе и области, силу и направление ветра, осадки и т. п., надо знать атмосферные явления сразу на большом пространстве. Один человек сделать это не в силах, для этого прежде всего нужны тысячи глаз в самых разнообразных местах страны, которые неустанно и непрерывно наблюдают за всеми элементами погоды. Эту работу и выполняет служба погоды.

В настоящее время в СССР имеется несколько тысяч метеорологических станций и наблюдательных постов, на которых одновременно ведутся наблюдения за погодой (не менее восьми раз в сутки) по гринвичскому времени. Такие же наблюдения и в те же часы ведутся на метеорологических станциях всех стран по всему земному шару. На этих станциях измеряется давление, температура и влажность воздуха, ведется непрерывная запись скорости и направления ветра, количества выпавшего дождя и снега, сколько часов каждый день светило солнце, записывают, какие и когда были облака, не было ли грозы, выпала ли роса, появлялся ли туман. На многих станциях в интересах сельского хозяйства измеряют температуру почвы на разной глубине, а на станциях, расположенных на берегу моря, озера или реки, измеряют также температуру воды, высоту ее уровня и скорость течения.

Кроме того, на метеорологических станциях ведутся наблюдения и за более высокими слоями воздуха. Для наблюдения за одними только воздушными течениями применяются так называемые шары-пилоты — небольшие резиновые шары, наполненные водородом. Их пускают в воздух, они поднимаются вверх и плывут вместе с ветром. Зная скорость подъема шара и наблюдая за ним с помощью теодолита, можно довольно точно определить скорость и направление ветра.

Для определения температуры и влажности применяются радиозонды: подвешенные к шару приборы передают радиосигналы о состоянии атмосферы, принимаемые метеостанциями.

Наблюдения всех метеорологических станций Советского Союза восемь раз в сутки передаются по телеграфу в Централь-

ный институт прогнозов в Москве. Здесь же принимаются радиосводки других стран со всего северного полушария Земли. Таким образом, ежедневно в Институте прогнозов обрабатываются десятки тысяч метеорологических телеграмм.

За годы Советской власти было организовано громадное количество новых метеорологических станций: на горных высотах, в далекой тайге, в пустынях, в Арктике, а с 1956 года и в Антарктике. Многие станции возникли в почти недосыгаемых местах. До иных высокогорных станций можно добраться только по тропинкам, вырубленным в скалах, где с одной стороны зияют бездонные пропасти, с другой — высится отвесная стена. На другие станции надо идти через ледники, испещренные широкими и глубокими трещинами, переходить бурные горные потоки, по подвесным качающимся мостам пересекать пропасти. Зимой здания этих «ласточкиных гнезд» науки заносятся снегом до самой крыши. Часто единственным выходом служит чердачное окно.

Высоко в горах Дагестана, где свирепствуют сильные ветры, где склоны Большого Кавказа покрыты вечными снегами и льдами, приютилась метеорологическая станция Сулак. С непоколебимым упорством преодолели метеорологи-наблюдатели невероятные трудности строительства. Материалы для постройки, годовой запас продовольствия и все приборы пришлось доставлять по горной тропе протяжением 41 километр. Постоянные метели, снегопады и снежные обвалы делали работу почти невозможной. И когда на станцию приехал новый наблюдатель, ему навстречу пришлось прорыть в глубоком снегу траншею длиной около 4 километров.

В Сибири на метеорологическую станцию Ильчир попасть очень трудно, и притом зимой легче, чем летом. Зимой можно проехать туда на саних по замерзшей реке Иркут, а летом приходится медленно передвигаться пешком по узкой тропе через горные хребты и овраги, рискуя каждую минуту свалиться в пропасть.

В далекой тайге около озера Туман пришлось раскорчевать вековой лес, чтобы организовать новую метеорологическую станцию.

В пустыне Бет-Пак-Дала в Казахстане никогда оседло не жил человек. Это «белое пятно» на синоптической карте долго оставалось незаполненным. Глинистая почва пустыни кое-где покрыта кустиками чахлой солянки. На многие сотни километров вокруг все выжжено солнцем. Только ядовитые пауки и скорпионы живут на этой «богом проклятой» земле. Колодцы встречаются редко. И только отдельные смельчаки иногда пытались пробраться кратчайшим путем через пустыню. Однако достигали они своей цели так же редко, как и во времена Александра Македонского. Но настало другое время, появились но-

вые люди. Машины сменили верблюдов. Советские метеорологи проникли в глубину Бет-Пак-Дала, и в самом центре «гиблого места» стала работать метеорологическая станция.

Такие же станции построены и в пустыне Каракумы среди жгучих песков и широких безводных просторов. Строительный материал подвозился с разных сторон всеми видами транспорта, даже воздушным. Кирпичи изготавливались на месте, причем для замешивания глины воду доставали из колодца с больших глубин.

Что же говорить о трудностях и опасности работы на дрейфующих станциях «Северный полюс» и в Антарктике? Смелая мысль, казавшаяся когда-то несбыточной фантазией, теперь четко и планомерно проведена в жизнь. Прошло 25 лет со времени высадки на льдину отважной четверки, впервые рискнувшей проделать смелый дрейф по Ледовитому океану. Это была первая дрейфующая станция — «Северный полюс-1». А через четверть века организована уже станция «СП-12». По примеру пионеров Арктики — И. Д. Папанина, Э. Т. Кренкеля, Е. К. Федорова, П. П. Ширшова — советские ученые изучают снега и льды, морские и воздушные течения нашего крайнего Севера. На льдинах, в пятидесятиградусный мороз и выюгу, во мраке полярной ночи и в сумерках короткого полярного дня, ежеминутно рискуя жизнью, отважные советские исследователи проводят свои наблюдения.

Эти труженики науки делают большое и нужное дело, работая самоотверженно, не взирая ни на какую погоду. Крутит ли метель или льет дождь, замерзают ли руки во время записей или трудно дышать от жары и ураган слепит глаза песком и снегом, — они неизменно несколько раз в сутки в определенные часы производят наблюдения. Целая армия этих скромных работников кропотливо отмечает каждый градус температуры, отсчитывает шкалу барометра, измеряет осадки.

В последнее время с развитием автоматики многие наблюдения делаются не людьми, а автоматическими станциями. Они устанавливаются в труднодоступных местах: в пустынях, на очень высоких горах, в полярных льдах и даже на сравнительно небольших дрейфующих льдинах. И все эти наблюдения сейчас же передаются по телеграфу или по радио в Центральный институт прогнозов в Москве. Существуют и местные бюро погоды. В Ленинграде Бюро погоды работает с 1872 года. Днем и ночью здесь трещат телеграфные аппараты. На длинных бумажных лентах появляются колонки цифр — данные с метеорологических станций. Передаются сообщения по радио и по телефону. Фототелеграф принимает некоторые синоптические карты. Весь этот фактический материал обрабатывают и наносят на сводные карты погоды десятки специалистов, работающих в несколько смен.

На особую географическую карту, где мелкими кружками помечены все метеорологические станции, наносятся результаты наблюдений. Около кружка дежурный наблюдатель отмечает сведения, полученные со станции за определенный момент наблюдения. За сутки составляется, таким образом, четыре основных карты погоды, которые называются синоптическими (синопсис — по-гречески «обозрение»).

Кружки станций на синоптических картах или зачернены, или остаются пустыми; степень зачернения кружка показывает, насколько небо над станцией в момент наблюдения было покрыто облаками: если кружок черный, значит все небо покрыто облаками, если пустой — небо совершенно чистое, если кружок зачернен наполовину, то облаками покрыта половина небосвода.

Стрелка с оперением, стоящая у каждого кружка, изображает ветер. Направление стрелки показывает направление ветра. Оперение стрелки обозначает скорость ветра, т. е. количество метров в секунду. Одно малое перо или черточка изображает скорость 2 метра в секунду, длинное перо — скорость 4 метра в секунду, одна большая и одна малая черточка — 6 метров в секунду и т. д.

Температура воздуха в градусах изображается цифрой, стоящей слева и несколько выше кружка. Особые явления погоды отмечаются с левой стороны кружка. Если здесь стоит звездочка, значит на станции идет снег, если точка — идет дождь, если три черточки — туман.

Вокруг каждого кружка обычно расположено еще много других цифр и значков, отражающих состояние погоды на станции. Каждый элемент погоды имеет свое определенное место около кружка станции.

Любой метеоролог легко читает данные, обозначенные на карте погоды. Но это только необходимая основа, которую надо еще обработать. Точки с одинаковым давлением соединяются непрерывными линиями (изобарами), с одинаковой температурой — изотермами. Цветными карандашами выделяются области дождей, снегопадов, туманов. Наносятся особые линии с зубчиками, показывающие границы теплого и холодного фронта: теплый фронт — заостренными, холодный — закругленными зубцами.

Воздушный фронт

Воздушный океан живет сложной и напряженной жизнью, потому что воздух находится в постоянном движении — происходит непрерывная и неослабевающая борьба между теплыми и холодными, сухими и влажными течениями. Каждое течение

создается воздушной массой с определенными свойствами, в зависимости от того, откуда она приходит. Самый холодный воздух на земле — это арктический воздух. Он несет зимой сильные морозы, а осенью и весной — заморозки. С ним связаны и летние прохладные дни. Самый теплый, а летом даже жаркий — это тропический воздух. Этот воздух приносит первое весеннее тепло и зимние оттепели на юге страны. Когда тропический воздух идет с моря и содержит много влаги, он называется морским тропическим; когда же он идет с суши, его называют континентальным тропическим.

Воздушную массу умеренных широт называют полярным воздухом, который также подразделяется на морской и континентальный. По своим свойствам он занимает промежуточное положение между арктическим и тропическим. Границей между двумя различными воздушными массами служит узкая переходная зона, которую для простоты принимают за сплошную поверхность. Эту поверхность раздела (фронтальную поверхность) между различными массами воздуха называют атмосферным или воздушным фронтом, а линию пересечения ее с землею — линией фронта. При переходе из одной воздушной массы в другую, т. е. при пересечении фронта, мы попадаем в другие условия погоды.

Фронтальная поверхность образует с горизонтом небольшой угол; над нею находится более теплый воздух, а под нею — холодный.

Фронт бывает теплый и холодный.

Теплым фронтом отмечена на поверхности Земли граница между наступающим теплым воздухом и отступающим холодным; граница между наступающим холодным воздухом и отступающим теплым — холодным фронтом.

Фронт, конечно, не какая-нибудь жесткая перегородка. На фронтальной поверхности соседние теплая и холодная массы перемешиваются между собой, образуя переходный слой, ширина которого в горизонтальном направлении может составлять несколько десятков километров.

Когда движутся рядом две различные воздушные массы, холодная, как более тяжелая, стремится расположиться под теплой. При этом или теплая масса натекает на холодную, или холодный воздух подтекает под теплый. И в том и в другом случае теплый воздух поднимается вверх сравнительно медленно и спокойно; при охлаждении поднимающейся теплой массы, обычно содержащей много влаги, образуются сплошные облака и осадки обложного характера. Постепенно, по мере подъема и удаления от фронта, облачный слой становится тоньше, так как содержание влаги в воздухе убывает, и, наконец, в расстоянии около 700—800 километров от фронта, когда воздух доходит до высоты порядка 7—8 километров, где уже всегда холодно, в нем

могут образоваться лишь самые мелкие облака — перистые и перисто-слоистые, состоящие из ледяных кристаллов.

Если тяжелый холодный воздух подтекает под теплый, поднятие совершается более бурно; образуются мощные кучевые облака, а нередко и грозовые. При прохождении холодного фронта часто дует сильный и порывистый ветер.

Холодный фронт перемещается значительно быстрее теплого и область осадков в нем уже, а потому связанная с ним ненастная погода не так продолжительна, как обложные дожди теплого фронта, которые иногда длятся несколько дней.

Вихри в воздушном океане

На воздушных фронтах ввиду больших разностей температур и плотности между различными воздушными массами создаются благоприятные условия для развития громадных вихрей — циклонов и антициклонов.

Если две воздушные массы, разделенные фронтом, движутся в противоположном направлении или с различной скоростью в одном направлении, то на линии фронта образуется как бы волна, подобно тем волнам, о которых мы говорили в главе об облаках. Холодный воздух постепенно поворачивает к югу, вытесняя вверх часть выступа или «языка» теплого воздуха, последний перемещается к северу, занимая место холодного. Таким образом, получается завихрение воздушной массы, причем из середины вихря воздух отбрасывается к периферии; в центре, у конца теплого языка, давление сильно понижается. Такой вихрь носит название циклона. Вследствие вращения Земли воздушные течения, которые должны были бы иметь направление от окраин вихря к центру, отклоняются (в северном полушарии) вправо.

Теплый фронт ограничивает теплый сектор циклона справа, с восточной стороны, холодный фронт — слева, с западной стороны. Поэтому если, перемещаясь на запад, циклон захватывает местность своей южной частью, то по ней сначала проходит теплый фронт, затем теплый сектор циклона и, наконец, холодный фронт. Если же циклон захватывает местность своей северной частью, где фронтов нет, то резких изменений погоды не будет, так как внизу у земной поверхности все время остается холодный воздух.

Вместе с циклоном перемещаются и фронты. Холодный фронт вследствие непрерывного подтока воздуха перемещается быстрее теплого. Ввиду этого теплый сектор циклона суживается, фронты постепенно сближаются и, наконец, смыкаются. Смыкание фронтов носит название окклюзии (что значит в переводе «пленение»), или закрытия циклона. Циклон затухает, воздух делается однородным, давление и температура выравни-

ваются: весь теплый воздух ушел вверх. После прохождения циклона в тыл его внедряются холодные массы воздуха и образуют область повышенного давления — так называемый антициклон, с высоким давлением в центре и ветрами, направленными к окраине по часовой стрелке.

В противоположность циклону антициклон находится в однородной воздушной массе: фронты через него не проходят. Антициклоны характеризуются нисходящими токами воздуха в центре и растеканием его к окраинам. А так как воздух при опускании нагревается, то водяной пар, находящийся в нем, постепенно удаляется от состояния насыщения. Поэтому в антициклоне стоит ясная сухая погода, жаркая летом, холодная зимой. В зимние длинные ночи, когда поверхность земли значительно охлаждается, в антициклонах могут создаваться туманы и слоистые облака. Устойчивые антициклоны, длительно застывающие на одном месте, в теплое время года на суше создают засухи, а зимой сильнейшие морозы. Такой антициклон удерживался почти над всей европейской частью СССР в декабре 1955 года и в феврале 1956 года и вызвал длительные и очень сильные морозы, местами доходившие до —40 градусов.

Таким образом, фронтальные облака и осадки, главные носители ненастья, связаны с прохождением циклонов, и именно поэтому погода в циклоне всегда бывает ненастной. Циклоны и антициклоны перемещаются над поверхностью земли и вместе с ними движутся области ясной и ненастной погоды. А это и создает те перемены погоды, с которыми нам приходится иметь дело.

Как предсказывают погоду?

Движения воздуха, изменения его температуры и влажности — все это одно целое, от которого зависит погода в данном районе в каждый момент времени. При этом надо учитывать, что на процессы у земли влияют все изменения, происходящие в высоких слоях воздушного океана. Следя за перемещением воздушных масс, изменением температуры и давления у земли и на высоте, а также за развитием и перемещением фронтов, можно предсказывать изменения погоды в различных районах.

Чтобы предсказать погоду на завтра, надо составить себе прежде всего ясное представление о том, что происходит в настоящее время в атмосфере. Для этого на синоптической карте метеоролог должен провести изобары и тем самым получить картину распределения давления, т. е. расположения циклонов и антициклонов. Затем надо провести линию фронтов. Такую карту погоды синоптик сравнивает с предыдущими картами. Но понятно, что одни только данные, имеющиеся у поверхности земли, не могут осветить состояние атмосферы; необходимо еще

иметь аэрологические карты, дающие картину состояния всей толщи атмосферы до высоты пять километров и больше.

Сравнивая полученную карту погоды с предыдущими картами, синоптик видит, куда и с какой скоростью движутся циклоны, антициклоны и фронты. Однако руководствоваться только этим недостаточно, потому что циклон не какое-нибудь неизменное твердое тело; он меняет свое строение, как скорость, так и направление движения. И вот здесь большую помощь оказывают аэрологические карты, потому что воздушные течения на высоте нескольких километров над землей имеют очень большое значение для движения, усиления и ослабления циклонов и антициклонов. Например, если по аэрологической карте видно, что верхние воздушные слои сближаются, то, значит, там получится накопление воздуха, и внизу у земли следует ждать роста давления. И наоборот, если верхние течения расходятся, внизу обычно происходит падение давления. Имея все эти данные, можно уже рассчитать и движение областей низкого и высокого давления и те изменения, которые в них произойдут. А на этом основании можно предсказать и погоду. Этим методом можно предсказать погоду на 2—3 дня вперед, т. е. пока имеющиеся воздушные массы полностью не изменят своих свойств. Поэтому такие предсказания называются краткосрочными.

Математическое вычисление погоды на завтра

Советский ученый И. А. Кибель писал в одной из своих работ: «При помощи законов, добытых из механики, астроном предсказывает движение планет, артиллерист вычисляет траектории снарядов. Механика жидкостей и газов — гидромеханика — позволяет предсказать приливы и отливы, рассчитать плотину, показать, какая должна быть форма крыла самолета, лопасти турбины. Почему же нельзя использовать механику и для расчетов погоды?»

Ученым долго казалось невозможным заранее вычислить математически, какая будет погода. Считали, что в этом вопросе сталкиваешься с непреодолимыми математическими трудностями, а иные метеорологи утверждали даже, что прилагать математику к предсказанию погоды почти бессмысленно. Английский ученый Ричардсон все же попытался применить математику именно к предсказаниям погоды. Он опубликовал свой метод в 1922 году. Вычисления по его методу были так сложны и утомительны, что для расчета погоды на один день требовался почти год времени.

Другой видный европейский ученый говорил: «Пройдут столетия, прежде чем методами математики люди научатся предсказывать погоду на один день. Но практически это все равно неосуществимо, так как вычислять придется целый месяц».

Однако эти слова не обескуражили И. А. Кибеля. Он знал, что для решения задачи требуется настойчивость и упорство, много мужества и смелости, но это не отпугнуло его. Он ставил своей целью использовать математику и гидродинамику для предвычисления погоды. Иными словами, не угадывать будущую погоду из наблюдений, прослеживая по синоптическим картам предшествующие перемещения областей низкого и высокого давления, а найти математические формулы, по которым, исходя из имеющихся данных, можно более или менее точно вычислить будущую погоду.

Очень трудно было при этом справиться прежде всего с огромной пестротой начальных данных. Ведь чтобы решить задачу завтрашней погоды, надо было исходить из сегодняшних данных: температуры, давления, силы и направления ветра, влажности, видимости, отмеченных во многих местах страны и в разное время дня и ночи. Но метеорология имеет то преимущество перед астрономией, что не требует математической точности. Если, вычисляя затмение солнца, астроном ошибется на пять минут, то его вычисление окажется попросту бесполезным. Метеорологу же достаточно дать более или менее общие сведения, и он уже сделает большое дело, если предскажет ливень, бурю или наводнение за несколько часов. Исходя из этого, Кибель как математик решил ввести целый ряд допустимых упрощений. Чтобы уменьшить количество метеорологических данных, Кибель взял наблюдения не в близких к земле слоях атмосферы, где воздух находится постоянно в состоянии горизонтального и вертикального перемешивания, а данные более высоких слоев. Кроме того, он взял температуру не отдельных точек, а среднюю температуру целого района.

В конце концов Кибелю удалось получить формулы, по которым, если в них подставить данные сегодняшней погоды, можно вычислить погоду на завтра. Но и эти формулы были еще слишком сложны для решения. Шаг за шагом, преодолевая трудности, Кибелю удалось упростить формулы настолько, что, в конце концов, их можно было применять довольно быстро.

По формулам Кибеля можно было вычислить, какие ожидаются на следующий день температура, давление и ветер. В основном прогнозы оказались правильными, но для введения в постоянную практику метод Кибеля требовал дальнейшей разработки.

Теперь, когда появились счетные электронные машины, которые могут решать уравнения высшей математики со сказочной быстротой, выполняя тысячи действий в одну секунду, математический метод предвычисления погоды имеет решающее значение. Электронная счетная машина быстро заканчивает самые сложные вычисления погоды, предсказания стали значительно точнее, чем прежде, и даются они более своевременно.

Предсказание погоды на долгий срок

Знать погоду вперед не на один день, а на неделю, на месяц или на целый сезон очень важно для сельского хозяйства и для различных мероприятий, которые приходится планировать заранее (отправки скоропортящихся грузов, открытие навигации и многое другое).

Долгосрочное предсказание погоды — достижение советской науки, и регулярные предсказания на месяц и сезон сейчас даются только в Советском Союзе. В основном метод разработан советским метеорологом Б. П. Мультановским и его учениками.

Разглядывая карту погоды, легко заметить на ней области циклонов и антициклонов, т. е. области высокого и низкого давления. Изучая ряд последовательных карт, можно проследить и пути перемещения этих областей.

Мультановский нанес на карту пути антициклонов за много лет. При этом из путаницы пересекавшихся между собой путей ему удалось подметить и выделить определенные пучки путей, по которым главным образом перемещаются антициклоны — их «излюбленные» пути.

Оказалось, что одни антициклоны приходят к нам с севера, из Арктики, где формируются холодные массы воздуха, другие приходят с запада, зарождаясь над Атлантическим океаном в районе Азорских островов. Линии путей антициклонов группируются в пучки, и средняя линия такого пучка называется осью антициклона. Мультановский также определил, что антициклоны движутся продолжительное время по одной и той же оси и выбирают для своего движения ту или иную в зависимости от распределения давления в тех местах, откуда оси берут свое начало. Эти места, или области, Мультановский назвал «центрами действия атмосферы». В начале зимы усиленно начинает работать полярный центр действия атмосферы: там формируются холодные массы воздуха, которые передвигаются на юг. Зимой работает сибирский центр действия, усиливая наши морозы. А весной, когда солнце действует сильнее, главную роль начинает играть азорский центр действия, посылая к нам теплые воздушные волны.

Реальность существования осей антициклонов подтверждается границами распространения различных пород деревьев (лиственницы, пихты, кедра, граба) в европейской части СССР. Распределение определенных пород деревьев дает живую картину не только климата, но именно погоды данного района, «ибо дерево не переносит случайных условий и гибнет», — говорил Мультановский.

При сравнении карты Мультановского с изображенными на

ней осями антициклонов с ботанической картой распространения растений действительно бросается в глаза совпадение основных осей с границами разных пород деревьев в СССР и Западной Европе.

Кроме того, Мультиановский заметил, что перемещение полей высокого и низкого давлений продолжается по определенной оси в среднем 5—9 дней. Это время Мультиановский назвал «естественным синоптическим периодом». Ученый считал, что после выяснения погоды первых двух-трех дней вновь наступившего периода, т. е. при переходе на новую ось, можно определить погоду на остальные дни этого периода.

У Мультиановского были большие удачи в долгосрочных прогнозах, но его научная система все же не лишена крупных недостатков. Она основывается на изучении только одного элемента — полей давления — и часто пренебрегает физическими процессами погоды, изменениями воздушных масс, особенностями отдельных циклонов и антициклонов. Кроме того, подмеченные Мультиановским зависимости не проверялись им на большом статистическом материале и он не дал им строгих доказательств.

Но несомненно большой заслугой Мультиановского была организация в СССР регулярной службы долгосрочных прогнозов, которая продолжает дальше совершенствоваться.

Об ошибках предсказаний

Прогноз погоды даже на 2—3 дня вперед — дело очень сложное.

Для того чтобы правильно предсказать погоду, необходимо учесть изменения давления, характер движения воздуха, выяснить возможность образования и размывания фронтов, изменения температуры воздуха и ее распределения по вертикали; необходимо знать также, как изменится в воздухе количество влаги, чтобы судить о возможности образования облаков и осадков.

Но как учесть все разнообразие условий в атмосфере и представить их в ряде зависимостей для точного расчета? Например, с какой температурой придет воздух в данный район? Ведь она зависит от изменяющегося в течение суток прихода тепла от солнца, от свойств земной поверхности (рельеф, состав почвы, ее теплоемкость), от характера облачности и т. п.

Предвидеть будущую погоду трудно также потому, что современные методы физики и математики приводят лишь к приближенному решению задач, поставленных перед метеорологом.

Изучение атмосферных процессов усложняется, далее, еще и тем, что для их уяснения невозможно поставить лабораторные

опыты. Ведь погоду во всем объеме можно изучать только в природных условиях, а не в помещении, где воспроизводятся отдельные явления.

Хотя многое и достигнуто в познании атмосферных процессов, все же этого мало, чтобы сделать предсказания погоды безошибочными. Приведем такой пример: можно предвидеть перемещение уже образовавшегося циклона, но будущее распределение давления точно определить нельзя. Циклон может неожиданно несколько отклониться от предполагаемого пути. И хотя общий характер его передвижения указан верно, зона осадков может сместиться всего на несколько десятков километров.

А это приведет к тому, что в данном районе не будет осадков, хотя они и предсказаны.

Трудно предвидеть и скорость передвижения фронта. Иногда фронт задерживается в данном районе, в результате чего предсказанная здесь ясная погода не наступает и вместо нее оказывается дождливая погода вновь образовавшегося циклона.

И все-таки надо заметить, что случаи ошибочных предсказаний погоды не превышают одной четверти всех прогнозов и эти ошибки ни в коем случае не умаляют той огромной пользы, которую приносит служба погоды всем отраслям нашего народного хозяйства. Отрицать ее значение — все равно, что отрицать значение медицины, поскольку бывает, что врачи иногда ошибаются в диагнозах.

В настоящее время прогнозы погоды опираются на более надежные основы, чем прежде. Во-первых, имеются аэрологические карты, по которым можно проследить изменения температуры и давления в разных слоях атмосферы, во-вторых, значительно расширена сеть метеорологических станций, в частности на высоких горах, в Арктике и Антарктике и, в-третьих, синоптические карты составляются в настоящее время не только для северного, но и для южного полушария. Такое расширение материала наблюдений дает возможность полнее истолковать смену явлений для обоснования прогнозов.

„Черемухины“ холода

В северо-западной части Советского Союза обыкновенно после наступления весны, когда население уже забывает о холодах, около середины или в конце мая, холода снова возвращаются. Распустившиеся листья на деревьях свертываются, дует пронизывающий ветер, не только ночью, но и днем температура иногда опускается до нуля и даже идет снег. Как раз в это время обыкновенно цветет черемуха. В Ленинграде средняя дата зацветания черемухи за 92 года наблюдений — 23 мая.

Некоторые жители объясняют вернувшиеся холода ледоходом на Неве, когда ладожский лед, недели две спустя после вскрытия реки, идет к Финскому заливу. На самом же деле ледоход — явление только сопутствующее. Лед из Ладожского озера направляется в Неву при напоре холодных северо-восточных ветров в тылу уходящих циклонов.

Волна майского похолодания — «черемухиных холодов», передвигаясь к юго-западу, проникает затем на Украину, иногда доходит и дальше на юг — до Северного Кавказа, Крыма и Молдавии, где в это время черемуха уже давно отцвела. В Ленинграде в 1954 году похолодание со снегом было 6—8 мая, а черемуха расцвела только 23 мая. И все же майская волна холода, которая наблюдается почти каждый год, уже более ста лет везде носит название «черемухиных холодов».

Иногда тяга холодного полярного воздуха бывает значительно позднее, чем цветет черемуха, а в Ленинграде позднее, чем пройдет ладожский лед. В 1948 году 10 и 11 июня замерзла вода в кадках и все овощи в огородах погибли от мороза. В одной из летописей говорится, что в 1435 году в середине июня в средней полосе России мороз побил в поле рожь. В 1704 году 20 мая ночью был такой большой мороз, что погубил поля ржи вплоть до городов Севск, Брянск, Москва, следствием чего был голод среди населения.

Резко выраженные «черемухины холода» были в 1958 году в Западной Сибири и в Средней Азии, где 28—29 мая наблюдались снегопады. В Алма-Ате снег выпал так обильно, что поломал ветви цветущих яблонь. В Кемеровской области 28—29 мая температура упала до —3 градусов. Выпавший снег покрыл почву, расцвешие фиалки, купальницы, медуницы и распустившиеся листья берез и тополей.

«Черемухины холода» бывают не оттого, что идет лед на Неве или цветет черемуха, а оттого, что с севера около времени цветения черемухи часто приходит на юг волна холодного воздуха.

Сигналы птиц

Ранней весной, как только ослабеют морозы и начнутся оттепели, в северо-западной и средней части Советского Союза появляются первые весенние гости — грачи. Они считаются признаком наступающей весны. Прилетающие за ними скворцы и жаворонки — также «гонцы весны».

Если посмотреть карты погоды за те дни, когда прилетает больше всего этих птиц, то сразу бросается в глаза расположение точек, обозначающих места их появления. Большинство их приходится на переднюю часть наступающего циклона, где юго-западные ветры благоприятствуют перелету к нам грачей из Южной Европы. Это же происходит не только с первыми

перелетными птицами, но и с более поздними. Кукушка, например, появляется у нас с одним из следующих циклонов и в той его части, где расположен теплый сектор воздуха. В Венгрии наблюдали, что массовый пролет вальдшнепа происходит в то время, когда синоптическая карта Европы показывает для Венгрии наступление передней части циклона с током теплого воздуха. Таким образом, попутный южный ветер является могучим фактором, играющим большую роль в объяснении продвижения перелетных птиц на север весной.

Нередко птицы даже опережают движение циклонов и, обгоняя их, могут стать предсказателями наступающей погоды. Так, например, подмечено, что ласточки и стрижи «приносят» с собой теплое течение. Как только над крышами раздастся пронзительный визг стрижей, нужно непременно ждать скорого наступления тепла, хотя бы и держались еще ненастье и холод. За ними уже надвигается циклон, с которым связана волна теплого воздуха. Впрочем, эти птицы могут появиться и в тыловой части антициклона, где также существует южное течение воздуха в противоположность передней части с холодной тягой воздуха.

Если весной птицы неудержимо летят с юго-запада на северо-восток с ветрами, господствующими в передней части циклона, то с наступлением осени начинается обратная тяга птиц, и первыми сигналами приближения осени являются перелеты журавлей при северо-восточных ветрах. Создается впечатление, что они не спешат с отлетом и неохотно расстаются с севером: снимутся вдруг с места на значительном пространстве почти в один и тот же день и затем в течение двух-трех дней оседают где-нибудь южнее. Однако они снялись с места не напрасно. Уже через день после отлета журавлей, а иногда и в тот же вечер температура сильно падает, и после теплого дня ночью вдруг наступает мороз и побивает огурцы или ботву картофеля. «Сигналы» журавлей, значит, оправдываются.

Активное воздействие на погоду

Управлять погодой и изменять ее люди пытались с глубокой древности. Но все попытки воздействия на погоду происходили из самых нелепых суеверий и религиозных предрассудков.

В древнем Китае при длительной засухе люди избивали палками изображение дракона, олицетворявшего злые силы природы. В Греции и Югославии, чтобы вымолить дождь, процессия детей с пением песен о дожде ходила вокруг колодцев и источников. Они заглядывали во все дворы, и всюду хозяйки дома обрызгивали детей водой.

Чтобы остановить дождь, у некоторых племен было принято класть на землю раскаленные на огне камни; у других для прекращения дождя приглашался особый колдун, и пока он продлевал свои заклинания, никто не имел права ни мыться, ни пить. В Таиланде снимали крыши с храмов, чтобы находившиеся там боги скорее остановили дождь, — иначе ведь им самим придется мокнуть!

В средние века в Западной Европе твердо верили, что громкий звон может разогнать тучи, и при приближении грозы звонили в церковные колокола. На многих средневековых колоколах сохранились надписи, свидетельствующие об этом; например, на одном колоколе было написано: «Живых созываю, мертвых оплакиваю, молнии разбиваю!»

В Сицилии в 1893 году был такой случай. Во время сильной засухи, когда молебны и обращения к святым не помогли, крестьяне решили расправиться с ними. В городе Палермо вытащили статую святого Иосифа в сад, совершенно высохший от зноя, и обещали оставить ее там под ярким солнцем, пока не пойдет дождь. Изображения других святых поставили носом в угол, как непослушных детей. У Михаила архангела оторвали золотые крылья и одели статую в рогожу, а святому Анджело угрожали, что повесят его: «Дождя — или на веревку!» — вопили разъяренные крестьяне.

Когда-то были убеждены, что стрельба из орудий и вызываемые ею сотрясения воздуха могут породить дождь. Нет ли в этом доли истины и не может ли энергия, развиваемая при стрельбе из современных больших орудий, нарушить равновесие атмосферы?

Любопытно, что еще задолго до изобретения пороха существовала вера в связь сражений с дождем. Еще во времена Плутарха утверждали, что дождь после битвы происходит от пота и крови воинов, вопиющих к небесам... На самом же деле сражения, правда, нередко кончаются дождем, но по совсем иной причине: обычно они происходят летом, когда в средних широтах вообще часто бывает дождь. Кроме того, так как длительные периоды хорошей погоды балуют нас не часто, а сражения начинаются обычно при благоприятной погоде, то нет ничего мудреного, что под конец битвы погода портится. Всякий может проверить по синоптическим картам, что погода и до, и после сражений бывает именно такая, какая должна быть в силу общих атмосферных условий.

Однако многие упрямые люди предпочитают «оставаться при своем убеждении», опровергнуть которое очень трудно: ведь нет возможности показать наглядно, что случилось бы без стрельбы.

Лето 1943 года было очень дождливое, и некоторые утверждали, что это зависело от грандиозных сражений, которые

происходили в то время на нескольких фронтах Великой Отечественной войны: ведь в воздух должно было попадать много ядер конденсации в виде частиц газов, пыли, дыма, не говоря уже о звуковых волнах, сотрясавших воздух.

Однако весна 1945 года, когда в Восточной Германии шли сильнейшие бои, была исключительно сухой и ясной. Во время наступления нашей армии на Берлин, при ураганном огне тысяч пушек и минометов, никакого дождя не было. Это служит явным доказательством, что стрельба не вызывает дождя.

Нам не надо обращаться с просьбой о дожде ни к богам, ни к колдунам. Современная наука и техника обладают такими средствами, какие не снились людям ни в средние века, ни даже в начале нашего столетия. И все-таки задача о воздействии на погоду пока еще далека от разрешения.

Принципиально между явлениями в лаборатории и в природе нет существенных различий. В лаборатории нетрудно получить и вновь испарить маленькое облако, вызвать искусственный ветер, электрические разряды. Но когда мы выходим в свободную атмосферу, мы сталкиваемся совсем с другими масштабами и с целым комплексом явлений.

Неосуществимость многих предлагавшихся проектов вызывания дождя, однако, не значит, что задача не разрешима.

В настоящее время уже достигнуты некоторые практические результаты. Речь не идет, конечно, о создании в воздухе облаков и затем получении из них дождя. Для этого нет соответствующих технических средств. Пока возможно лишь воздействовать на уже образовавшиеся облака. В начале этой главы говорилось о том, что значительные дожди выпадают преимущественно из облаков, которые содержат водяные и ледяные частицы. Поэтому можно содействовать образованию капель дождя, внося в облако частицы веществ, вызывающих образование ледяных кристалликов. Таким веществом чаще всего служит твердая углекислота, которую нередко называют «сухим льдом». В атмосфере ее куски быстро испаряются, и во время испарения на их поверхности получается охлаждение до -75 градусов и ниже; поэтому переохлажденные капли облака быстро замерзают, превращаясь в ледяные кристаллики.

Есть и другие способы получать из водяных частиц ледяные облака: например, дым сильно нагретого йодистого серебра, будучи введен в переохлажденное облако, вызывает очень быстрое образование ядер кристаллизации.

Эти опыты велись в СССР сначала в лаборатории, затем были перенесены в природную обстановку. Твердая углекислота или распыленное йодистое серебро сбрасывались в переохлажденную часть облака с самолетов. В благоприятных условиях удавалось при этом получить выпадение капель из облака, а иногда — только просветы в облаках.

Опыты искусственного дождевания производились и за рубежом. В Японии в результате подобных опытов увеличился годовой сток рек в районах, где регулярно совершались полеты с воздействием на облака твердой углекислотой и йодистым серебром.

В 1953—1954 годах на Мадагаскаре вызывались обильные дожди рассеиванием с самолета в облаках частичек поваренной соли. В Танганьике делались опыты засеивания частичек морской соли с помощью ракет, поднимавшихся на высоту одного километра. Утверждают, что в результате в западной провинции количество осадков увеличилось на 25—28 миллиметров по сравнению с окружающими районами.

В последние годы в США ставился даже вопрос о коммерческом использовании искусственного дождевания и появились компании «торговцев дождем».

Соединенные Штаты занимают очень большую территорию, и целый ряд районов находится в тех же условиях, что и наша степь и лесостепь. Не менее, чем нам им знакомы засухи и суховеи, а к тому же еще и катастрофические пыльные бури, которые являются следствием хищнического использования земли. Поля американских фермеров нередко страдают от засухи, и тогда к ним на помощь приходят предприимчивые «делатели дождя».

Компании «торговцев дождем» давали обязательства, которые гарантировали выпадение определенного количества воды на один акр посевной площади. В отчете компании «Помощь фермеру» указано, что тысячи литров воды, полученной искусственным дождеванием из кучевых облаков, обойдутся дешевле, чем подведение к полю воды гидротехническими сооружениями.

Комитет по управлению погодой при сенате США, несмотря на противоречивые результаты опытов, в феврале 1956 года высказал убеждение, что целесообразно продолжать «засев» облачности йодистым серебром. Но для окончательных выводов необходимы, по-видимому, более длительные опыты.

Не менее важное практическое значение имеют опыты по рассеиванию туманов. Рассеиванию туманов и низкой облачности над аэродромом стали уделять внимание еще в 30-х годах.

Для этого существуют два пути: испарение капель путем нагревания и укрупнение капель для их осаднения. Во время второй мировой войны на одном из аэродромов английской авиации была сделана попытка рассеять туман над взлетно-посадочной площадкой путем нагревания воздуха керосиновыми горелками. Но большие затраты не оправдали полученных результатов.

В последнее время для быстрого рассеивания туманов, как и для воздействия на облака, употребляется дым йодистого серебра или углекислота.

Облако или туман, засеянное с самолета твердой углекислотой частично закристаллизовывается (по вертикали 500 метров) и через четверть часа полностью разрушается, причем иногда наблюдаются полосы дождя, не доходящие до земли. При этом выпадают осадки, продолжающиеся обычно не более пяти минут.

Делались также попытки рассеивать облачность путем обстрела облаков трассирующими пулями с земли. Для этого в состав пуль вводилось йодистое серебро.

Во Франции пробовали предотвратить развитие мощных кучевых облаков или вызвать дождь в период, предшествующий граду, обстреливая вершины развивающихся облаков, причем к взрывчатому веществу снаряда примешивали измельченный порошок йодистого серебра. Иногда применялись и снаряды, начиненные кусочками твердой углекислоты. Во многих случаях облако не достигало большого вертикального развития. Оно разрушалось, частично давало кратковременные ливни и рассеивалось.

Когда же обстреливались не вершины, а нижняя часть облаков, кристаллы йодистого серебра в течение нескольких минут уносились восходящими потоками воздуха к вершине облака. В результате этого переохлажденные капли замерзали и начинали падать. Для кристаллизации в большей части облака требовалось около 10 выстрелов. Надо, однако, сказать, что не везде и не всегда опыты были удачны.

Ученые работают также над разрушением вершин грозowych облаков химическими веществами; это задерживает мощное вертикальное развитие облака. В 1956 году Главная геофизическая обсерватория совместно с Государственным научно-исследовательским институтом гражданского флота проводила подобные опыты. С самолета сбрасывали раздробленный на мельчайшие кусочки сухой лед. Результаты показали правильность этого метода.

Многие опыты, проделанные метеорологами, подтверждают возможность оказывать местные воздействия на погоду.

Научились на небольших площадях создавать искусственные туманы для военных целей и для предохранения растений от заморозков, рассеивать туман на небольшой площади. Научились борьбе с засухами и суховеями (путем лесонасаждений и устройства искусственных водоемов); обезвреживанию молнии, предупреждениям о штормах, бурях, грозах и наводнениях. Но изменять механизм явления погоды в больших масштабах — пока еще не в силах человека.

Главной причиной, затрудняющей управление погодой, является то, что атмосферные процессы в одном месте всегда тесно связаны с процессами в окружающих районах. Чтобы из-

менить погоду, нужно сразу воздействовать на нее на громадном пространстве, иногда на целой части земного шара.

Быстрое развитие науки и техники, овладение новыми источниками энергии все же позволяют надеяться, что и эта задача будет со временем решена!

Погода и атомная бомба

В последние годы нередко приходится слышать, что сильная жара летом или суровые холода зимой, как это было в 1955—1956 годах почти во всей Европе, наводнения во многих странах в 1954 и 1955 годах и жаркое сухое лето 1959 года — все это вызвано испытаниями атомных и водородных бомб. По этому поводу многие даже обращались с запросами в редакции научных журналов и в научные учреждения. На эти запросы следует ответить: даже энергия водородной бомбы, которая в миллионы раз больше энергии пушечного выстрела, ничтожно мала перед общей энергией атмосферных процессов и существенно изменить их не может. Иное дело — некоторые местные влияния: образование ядер конденсации, которые могут вызвать небольшие осадки, уменьшение солнечной радиации и т. п. Мы уже говорили о тех облаках, которые образуются при взрывах атомных бомб. Ученые исследуют различные явления в атмосфере, сопровождающие атомные взрывы. Но ожидать, что эти взрывы могут менять характер погоды, да еще на протяжении целой страны — совершенно не приходится.

А главное, зачем искать объяснений в бомбах, когда проще обратиться к сохранившимся за прошлые годы записям погоды, когда еще не было ни атомных, ни водородных бомб. Многие еще помнят исключительно холодную зиму 1939-40 года или зиму ленинградской блокады 1941-42 года. Зимой 1924-25 года на юге СССР стояли сильные морозы, погубившие фруктовые деревья, а на севере среди зимы были длительные оттепели. 1929 год отличался сильнейшими морозами и в Европе, и в Америке: замерз даже Ниагарский водопад. Почти все лето 1936 года в Поволжье устойчиво держалась жара до 35—40 градусов. Лето 1914 года было исключительно жарким во всей Северной Европе. И таких примеров можно привести множество. Случались и ураганы, и наводнения, и снежные бури, и жестокие засухи, когда никаких атомных бомб и в помине еще не было.

Можно ли самому предсказывать погоду?

Если специалисты метеорологи, прошедшие длительную научную подготовку, имеющие в своем распоряжении наблюдения целого ряда станций на земле и в высоких слоях, синоптические карты, иногда ошибаются в предсказаниях погоды, то может

ли браться за это человек без специальных знаний и навыка, не располагающий многочисленными метеорологическими данными? Конечно, нет. Но есть отдельные случаи, когда и без карт, и без особых знаний можно, наблюдая окружающую природу, составить себе представление о будущей погоде.

Например, летом после теплой ясной погоды небо начинает затягиваться пеленой тонких перистых облаков. Иногда вокруг солнца появляется радужный, более или менее яркий круг. Облака уплотняются, солнце еще просвечивает сквозь них, но уже не дает на земле отчетливых теней. Поднимается ветерок. В этом случае можно сказать почти безошибочно, что скоро облака еще больше уплотнятся, солнце будет едва светить, а затем совсем скроется и надолго зарядит упорный, обложной дождь.

Напротив, всем, наверное, случалось наблюдать, как после нескольких ненастных дней, когда дождь, кажется, никогда не перестанет, вдруг на западе появляется розовая полоска неба, давление в барометре подымается, и день начинается ясным солнечным, правда, прохладным утром. При такой смене обычно дует северо-западный ветер — это прошел циклон, несущий с собой пасмурную дождливую погоду, а северное течение в его западной половине несет погоду более ясную и прохладную.

Такие смены бывают особенно резко выражены зимой. Еще бушует метель, летят снежные вихри, но ветер от южной половины начинает переходить к северной, барометр идет вверх, и мы имеем все основания ожидать, что завтра будет ясное небо и крепкий морозец. Как хорошо подметил это А. С. Пушкин:

Вечор, ты помнишь, вьюга злилась,
На мутном небе мгла носилась,
Луна, как бледное пятно,
Сквозь тучи мрачные желтела...
...А ныне — погляди в окно:
Под голубыми небесами,
Великолепными коврами,
Блестя на солнце, снег лежит,
Прозрачный лес один чернеет,
И ель сквозь иней зеленеет,
И речка подо льдом блестит.

Люди, любящие природу и умеющие наблюдать, знают много признаков, по которым можно судить о предстоящих переменах погоды. Моряки, пастухи, земледельцы умели уже в давние времена предсказывать такие перемены, не отдавая себе отчета в их причинах. И сейчас есть люди, которые, поглядев на небо, наблюдая за ласточками, носящимися в воздухе, за пчелами, скажут, какую погоду можно ожидать завтра. И они редко ошибаются.

Цвет зари при восходе и заходе солнца зависит от влажности воздуха: чем больше в нем влаги тем заря краснее. По-

этому красная заря указывает на возможность дождя. Сильное мерцание звезд также связано с большой влажностью и предвещает дождь. Если ласточки летают низко, это значит, что в нижних слоях воздуха держатся насекомые, за которыми они гоняются, а это в свою очередь связано с понижением давления, т. е. с наступлением ненастной погоды. Такая погода губительна для муравьев и пчел, если застанет их вдали от их улья. Поэтому перед наступлением ненастья пчелы не вылетают собирать цветочную пыльцу и муравьи стараются ближе держаться к своему муравейнику.

В одной книге XVIII века приметы дурной погоды изложены так: «Ежели солнце за лес алое и в темную тучу садится; ежели жниво и луговые травы ввечеру сухи стоят и росы не приемлют, а двери в домах забухают и не отпираются и громко пищат, ежели домашняя скотина на поле гулять не хочет, быки ноздри лижут и скоро в хлев бегут, собаки по земле валяются, всякая птица перья почищает и принахмурясь сидит, свечи прыщут и не ярко горят, пчелы спозаранку в улья заползают, еж гнездо свое затыкает, — все сие ненастье и с дождем указывает».

Признаком устойчивой хорошей погоды служит нормальный ход метеорологических элементов. Температура обычно возрастает к середине дня и падает к вечеру. Ветер днем усиливается, а вечером ослабевает. Влажность (относительная) днем уменьшается, а к вечеру возрастает, поэтому вечером появляется роса. Если же вечером необычно тепло и сухо и поднимается ветер, можно ждать смены погоды на дождливую. Если ветер к вечеру не стихает, а усиливается, это тоже признак приближения циклона. Вообще значительное усиление ветра обычно предвещает ухудшение погоды. В народе говорят: «Зашумела дубравушка к погодушке».

Не только сила, но и направление ветра имеет значение для предсказания погоды. Циклоны приходят к нам чаще всего с западной стороны. Ветер, дующий в циклонах против часовой стрелки, имеет в их передней части южное, юго-восточное или юго-западное направление. При этом направлении ветра можно ожидать дождя. Наоборот, смена южных ветров северо-западным указывает на улучшение погоды. Это хорошо знают моряки.

Однако восточные и юго-восточные ветры дуют и в южной части антициклона. В этих случаях они связаны с устойчивой ясной погодой, летом — с жаркой и засушливой, зимой — с очень холодной. Такой антициклон стоял над северной и центральной частью европейской территории СССР почти всю зиму 1956-1957 года и ранней весной.

Обычно летом в послеполуденные часы собираются кучевые облака, которые иногда сплошь покрывают все небо. Но постепенно они расходятся, и к вечеру небо делается ясным. Но если кучевые облака начинают разрастаться вверх в виде гор, а тем

более если из вершин этих гор выбрасываются перистые веера или «наковальни», это служит верным признаком приближающегося ливня или даже грозы с градом. Облака в виде ряда башенок с плоским основанием (башенкообразные — высококучевые) также говорят о том, что в верхних слоях, начиная с некоторого уровня, создались благоприятные условия для подъема воздуха и, стало быть, вероятна гроза.

В народных поговорках бывают отражены климатологические приметы, в которых речь идет не о завтрашней погоде, а о погоде каких-нибудь определенных дней в году. Большей частью такие приметы относятся к праздникам «святых» в календаре. «Если на Евдокию (1 марта по старому стилю) курочка воды напьется, то на Егория (23 апреля старого стиля) корова травки наестся». Иными словами, если весна наступает рано и в марте начинает таять, то она будет теплая, дружная и трава появится сравнительно рано. Это имеет под собой некоторое основание — погоде свойственна «инерция» и при теплом начале весны можно ждать тепла и дальше.

«Введение (праздновалось 21 ноября старого стиля) ломает леденье», и название «Екатерина мокрая» (24 ноября старого стиля) указывает на то, что нередко при установившейся уже зимней погоде в начале декабря вдруг наступает длительная оттепель. Наоборот, майские «черемухины холода» у многих народов приписывались «ледяным святым», память которых праздновалась в эти дни мая. Поговорки: «Покров — натопаху без дров», «Афанасий богонос — береги нос», «Алексей божий человек — с гор вода» и многие другие указывают только на преобладание известного характера погоды в это время года и не означают вовсе, что в эти дни каждый год должна быть оттепель или мороз. Кроме того, надо помнить, что и правильные приметы, которые сложились на основании долголетних наблюдений над погодой в одной какой-либо местности, могут совершенно не соответствовать условиям другой.

Существуют приметы и совершенно нелепые, совсем ни на чем не основанные, вроде: «На Самсона дождь — семь недель тож». Идет или нет дождь 27 июня старого стиля, когда праздновалась память Самсона, это не может оказать никакого влияния на дальнейшую погоду. Нет также никаких оснований считать, как часто утверждают в народе, что всегда «лето по зиме», что после нормальной, т. е. холодной, зимы должно быть нормальное, т. е. жаркое, лето. Это далеко не так: очень часто после холодной зимы и лето бывает холодное и дождливое. А если еще добавить, что, по мнению других, должна быть «зима по лету», то станет ясно: от таких примет мало проку. Проще сказать, как любил говорить А. И. Воейков, что у нас «год на год не приходится!»

глава
ОДИННАДЦАТАЯ

Всма



разных местах земного шара встречаются самые разнообразные сочетания тепла и холода, сухости и влажности. Например, в Восточной Сибири бывает нередко так жарко днем, что человек не знает, куда укрыться от беспощадных лучей солнца; с наступлением вечера становится прохладно, а ночью уже является желание укрыться теплым одеялом. Резко различаются там и сезоны — суровая морозная зима и жаркое, хоть и короткое лето.

В тропиках влажная жара держится круглые сутки: ночь лишь немногим прохладнее дня и не приносит человеку настоящего отдыха. В часы, когда особенно сильно греет солнце, появляются тяжелые тучи, разражающиеся потоками ливня и непрерывными молниями. Лето в тропиках мало отличается от зимы: там круглый год благоухают цветы и созревают фрукты.

Также невелико различие между летом и зимой в полярных странах, но там холодно днем и ночью, зимой и летом. Только немногие теплые дни выпадают летом, да и это тепло относительное — не больше 10—12 градусов. В период самого большого тепла спешат расцвести, прижимаясь к земле от холодного ветра, яркие низкорослые цветы, точно знают, что их жизнь коротка и скоро над снежными просторами зашумят метели и выюги.

Нашему умеренному поясу свойственна умеренно холодная зима, не слишком жаркое лето с теплыми днями и прохладными ночами, отчетливо выраженная смена лета, осени, зимы и весны и связанные с ними изменения в мире растительности. То она замирает под снежным покровом, то начинает оживать, одевая землю зеленым убором, и после пышного расцвета опять переходит к зимнему сну, на прощание пестрея яркими осенними красками.

Таковы в общих чертах картины климата различных поясов земного шара.

Не так легко точно определить, что такое климат: об этом ученые еще не договорились до сих пор. Но каждый имеет довольно ясное представление о климате той местности, где он живет, и не надо быть ученым, чтобы сказать: у нас теплый или холодный, сухой или сырой, ровный или изменчивый климат.

И каждый также знает разницу между погодой и климатом. Мы говорим, например: «сегодня у нас дождливая погода» или «весь январь простояла морозная погода», но никто не скажет, что «сегодня дождливый климат».

Погода — это то состояние воздушного океана (температуры, влажности, ветра, осадков), которое мы имеем фактически в какое-то определенное время. А климат — общий характер погоды, свойственной вообще данному месту. Можно сказать, что климат местности составляется из всех погод, какие только там бывают, если даже они встречаются очень редко.

Если зимой 1939 года во всей средней полосе СССР стояли морозы ниже 40 градусов, то это еще не значит, что зима там всегда суровая. Но, описывая климат средней полосы, мы должны сказать о том, что такие морозы здесь бывают. Летом бывает и жара выше 30 градусов. Но это исключение на фоне вообще сравнительно мягкого климата. В Сибири же сильные морозы — обычное явление; не так редка и летняя жара. В Ленинграде холодная зима и жаркое лето повторяются реже, чем в Москве; так, даже на сравнительно небольшом расстоянии мы улавливаем некоторую разницу в климате.

А если следить за сводками погоды, которые передаются по радио, то мы узнаем, что на островах Арктики, на дрейфующей станции «Северный полюс» всю зиму температуры нередко падают ниже —20 градусов, а летом редко поднимаются выше 10 градусов. Это свойственно полярному климату. Но вот 30 января 1956 года во всей средней полосе СССР температуры были ниже —25 градусов, а местами ниже —30 градусов и даже —40 градусов. В тот же день на станции «Северный полюс-4» было —4 градуса и столько же отмечено в Ялте. Это, конечно, уже не климат, а проявления погоды.

В конце прошлого века русское правительство запросило у чиновников различных районов России сведения о климате. Один чиновник из Гурьева написал такой ответ: «Климата у нас никакого нету, один зной палящий». Этот не слишком научный ответ дает, однако, образное представление о том, что на живущего в этой местности человека особенно сильное впечатление производит невыносимая летняя жара, притом сухая. Нельзя назвать «палящим зноем» влажную жару Черноморского побережья.

Ясно, что не одна температура определяет и погоду, и климат, хотя этот элемент имеет наибольшее значение для жизни человека. Важно знать, какая именно в данном месте преобладает погода: сухая или влажная, тихая или ветреная, ясная или пасмурная?

Метеорологическая наука не только описывает климат, но и выражает его в числах. В определении климата играют большую роль средние величины температуры, влажности, облач-

ности, скорости ветра за сутки, за месяц, за год. Но мы знаем, что средние величины — это некоторые условные, а не реальные величины, и пользоваться ими нужно обдуманно.

Например, местность с холодной зимой и жарким летом будет иметь ту же среднюю годовую температуру, как и местность с ровным климатом, без больших противоположностей между летом и зимой. Поэтому для характеристики климата нужно еще знать крайние пределы, в которых может меняться тот или иной метеорологический элемент, — максимальные и минимальные его значения. Кроме того, очень важно знать, повторяются ли такие крайние значения часто или представляют редкое исключение. Нельзя разводить теплолюбивые культуры там, где постоянно бывают сильные морозы. Случайные же и не долговременные понижения температуры эти растения могут перенести. Поэтому в таблицах, определяющих климат, климатологи помещают и повторяемость различных метеорологических элементов.

Составляются и еще более подробные таблицы, разносторонне освещающие климат; все они входят в справочники, которые издаются центральными метеорологическими учреждениями как для запросов науки, так и практики.

От чего зависит климат?

Уже в древние времена мореплаватели, хотя и в самых общих чертах, вели наблюдения над погодой и климатом. Они видели различие климатов в местах, которые посещали, и подметили, что тепло и холод зависят прежде всего от того, насколько наклонно падают на землю солнечные лучи: чем выше стоит солнце на небе, тем, конечно, больше тепла оно посылает на землю. От греческого слова, обозначающего «наклон», и произошло название «климат». Мы действительно знаем, что всего теплее там, где солнце поднимается всего выше, т. е. в тропическом поясе, а холоднее там, где оно в течение года стоит низко — в полярных областях. Иначе говоря, климат в первую очередь зависит от широты места.

Но мы также знаем, что широта еще не определяет климата данного места. Многое зависит от того, где это место расположено — на материке или на берегу моря. Суша — расточительный хозяин. Она быстро нагревается, накапливая тепло, но быстро его и растрчивает. Вода же нагревается медленно, но дольше сберегает полученное тепло. Поэтому у моря бывает летом прохладнее, чем вдали от берегов, а зимой — теплее. У моря также прохладнее днем и теплее ночью, чем на материке. Кроме того, у моря осень теплее весны. На материке же, наоборот, весна теплее осени. Зависимость климата от морского или континентального расположения места бывает не меньше, чем зависи-

мость от широты. Возьмем для примера Калининград на берегу Балтийского моря и Новосибирск на континенте Азии. В Калининграде редки большие морозы, средняя температура самого холодного месяца — января около 0° , а в Новосибирске январь имеет среднюю температуру — 20° градусов. Лето в Калининграде прохладнее, чем в Новосибирске. А между тем эти два города лежат на одной широте — около 55° , так что «наклон» солнечных лучей для них одинаков.

Есть еще и третья причина, очень важная для образования климата, — это воздушные и морские течения.

Проходя над океанами, мощные пассатные ветры приводят в движение воду и дают начало морским течениям. Течения имеют очень большое значение для климата берегов, мимо которых проходят. Все знают о теплом течении Гольфстрим, идущем из Мексиканского залива (Гольфстрим и означает «течение из залива») к берегам Европы. Гольфстрим течет среди окружающих океанских вод как огромная теплая река, которая отличается от океанических вод не только температурой, но и цветом. С ним уходят далеко на север теплолюбивые рыбы тропических широт. Гольфстрим называют «печкой Европы», потому что благодаря ему Великобритания, Норвегия и наше Мурманское побережье не знают холодных зим. В Англии растут вечнозеленые растения: мирт, лавр и др. Самый западный из Лофотенских островов под 67° с. ш. (близ Ирландии) имеет среднюю температуру Крыма.

Такое же значение имеет течение Куро-Сиво, согревающее берега Японии. Напротив, холодные течения, как, например, Лабрадорское, являются для побережья уже «холодильником», а не «печкой».

Композитор Н. А. Римский-Корсаков, который, как известно, был моряком и которому однажды пришлось совершить путешествие в Нью-Йорк, описал в своей книге «Летопись моей музыкальной жизни» впечатления о Гольфстриме: «Неподалеку от американского берега мы пересекли Гольфстрим. Мы были удивлены и обрадованы, выйдя утром на палубу и увидев совершенно изменившийся цвет океана: из зелено-серого он сделался чудным синим. Вместо холодного пронизывающего октябрьского воздуха — солнце и очаровательная погода. Мы точно попали в тропики. Из воды каждую минуту выскакивали летучие рыбки. Опустили градусник в воду: 18° Р ($22,5^{\circ}$ Ц). На другое утро, когда судно вышло из Гольфстрима, картина опять резко изменилась: серое небо, холодный воздух, цвет океана серо-зеленый, температура воды 3° или 4° Р, летучие рыбки исчезли. Наш клипер (парусное судно) вступил в новое, холодное течение бок о бок с Гольфстримом». Это течение называется Лабрадорским и идет вдоль берега Северной Америки из Арктики на юг.

Действительно, благодаря теплоте вод Гольфстрима рыбы и другие обитатели тропических морей проплывают по течению далеко на север. Держась в теплом воздухе над течением, улетают к северу и южные птицы. Наоборот, киты, которые любят холодную воду, «отстают перед Гольфстримом, как перед огненной стеной», пишет известный американский океанограф XIX века Мори. Английские китоводы также давно знают, что киты держатся лишь у краев течения, не заходя в него. Благодаря Гольфстриму средняя температура Ирландии под 52° с. ш. такая же, как в США под 38°. «Англичане крадут у нас климат», — шутя говорят американцы.

Температура Гольфстрима не всегда одинакова, и не удивительно, что делались попытки связать температуру Гольфстрима в данном году с последующей температурой у западных берегов Европы. Но зависимость оказалась не такой простой, чтобы можно было основывать на ней какие-либо предсказания. Были годы, когда, наоборот, потепление Гольфстрима было связано с холодами в Европе. Все же какая-то зависимость существует, и выяснению ее посвящены работы многих наших и зарубежных ученых.

Погода, нарушающая климат

В Перу (Южная Америка) значительная площадь страны занята пустыней. Здесь, можно сказать, не бывает осадков: в среднем в июле выпадает один миллиметр дождя, остальные месяцы бездождны. Причина этой сухости климата в нисходящем воздухе пассата и в том, что здесь у берега проходит холодное Перуанское течение из Южного Ледовитого океана. Но в некоторые годы, вследствие смещения северо-восточного пассата к югу, к берегу приближается теплое, идущее с севера течение Эль Ниньо, и тогда климат этих сухих областей на время резко меняется: засуха сменяется дождями, которые преобразуют и оживляют всю природу пустыни. Такое изменение климатических условий было в 1891 году, но в 1925 году оно приняло совершенно необычайные размеры. С океана задули теплые и влажные ветры, небо затянулось облаками, полили тропические ливни. Пересохшие русла рек переполнились водой, дороги и железнодорожные пути были размыты, мосты и дома снесены, столица Перу — город Лима — очутилась как бы на острове. Прилетели тропические птицы, развелось множество насекомых, в водах появились невиданные раньше здесь рыбы южных широт, а местная рыба массами погибала. В пустыне, где годами ничего не росло, кроме чахлых трав и кустарников, появились тропические растения и цветы из семян, принесенных течением.

Насколько резко изменились условия увлажнения этих мест, можно судить по тому, что в местечке Трухильо за 7 лет (с 1918 по 1924 год) выпало всего 35 миллиметров дождя, а за один

только март 1925 года здесь выпало более 390 миллиметров — столько, сколько выпадает, например, у нас в Сибири за целый год. Интересно, что на уцелевших стенах очень древней крепости близ Трухильо до 1925 года сохранялись рельефы и письма, дошедшие до нас от их строителей, и смыты они были ливнями 1925 года. Некоторые ученые полагают, что дождей, подобных дождям 1925 года, здесь не было в продолжение 600 лет. И все-таки, как ни редко бывают такие «капризы климата», о них необходимо упомянуть, если мы описываем климат Перу, иначе наше описание было бы неполным.

В зоне пассатов всегда стоит жаркая и влажная погода. Местам, где дуют муссоны, свойственны резкие противоположности между влажным летним и сухим зимним временем, но в каждый из этих сезонов погода сохраняет свой общий характер и меняется более или менее правильно.

Для климата же наших умеренных широт характерно то, что он капризен. Основное значение для него имеют смены воздушных масс, с которыми мы уже познакомились в главе о погоде. В одни годы к нам чаще всего приходят воздушные потоки с теплых морей, в другие — наоборот, с Ледовитого океана и холодного азиатского материка. В наших местах действительно оправдывается народная поговорка, что «год на год не приходится». Для большей части европейской территории СССР никогда нельзя сказать, наступит ли устойчивая зима или морозы будут сменяться оттепелями и ветрами, наступит ли теплое и сухое лето или польют холодные дожди. Мы уже упоминали о том, что в нашей северной полосе 1928 год был «год без лета», когда за все летние месяцы можно было едва насчитать десяток сравнительно теплых солнечных дней. Были, наоборот, годы (1914, 1920, 1959 и 1960), когда во всей европейской части СССР почти 3 летних месяца подряд стояла сухая и жаркая погода, напоминающая южную. Год 1958-59 можно даже назвать годом «без зимы», потому что небольшие морозы все время чередовались с длительными оттепелями и нередко зимой вместо снега шел дождь.

Еще более необычной для европейской части Союза была зима 1960-61 года. Строго говоря, зимы вовсе не было. Самым холодным периодом была последняя декада ноября 1960 года, когда отмечались в течение нескольких дней температуры до —14, —17 градусов. Затем морозы сменились оттепелью, и теплая пасмурная погода с температурами не ниже —3, —4 градусов, а чаще около 0°, стояла с декабря по конец февраля. На реках центральной части Союза открылась закончившаяся было в ноябре навигация. Рижский и Финский заливы почти не замерзали. Исключительно тепло было и на Украине. Из Херсона в феврале сообщили, что местами в области появилось множество скворцов, которые прилетели, обманутые теплом, а

ночью, спасаясь от заморозков, прятались в помещения для скота, залетали даже в дома.

В Ленинграде средняя температура трех зимних месяцев 1960-61 года была на 5,5 градуса выше нормы. Особенно теплым был февраль — на 7,2 градуса выше нормы; это единственный случай за все время наблюдений в Ленинграде, т. е. почти за 200 лет.

Все это связано с передвижением воздушных масс, с преобладанием циклонической или антициклонической погоды. Но от чего зависят эти смены, ученые пока еще не могут сказать в точности, хотя общими усилиями и приближаются к решению вопроса. Эти усилия направлены, в частности, на исследование солнечной деятельности, которая, как уже было сказано, играет большую роль в установлении погоды.

Климаторазделы

Как для водных потоков горы служат водоразделами, так горные хребты могут быть «климаторазделами» для воздушных масс. Они преграждают путь ветрам — сухим и теплым, холодным и влажным. Тогда климат по одну сторону хребта резко отличается от климата по его другую сторону. Теплый влажный климат Черноморского побережья Кавказа зависит от того, что Кавказские горы защищают побережье от северных ветров, южные же морские ветры достигают его беспрепятственно и вдобавок оставляют на склонах гор запасы принесенной с моря влаги. Почему, несмотря на сравнительно небольшое расстояние, климат Ялты заметно отличается от климата Севастополя, хотя оба города лежат на берегу моря? Здесь также дело в том, что Южный берег Крыма защищен хребтом Яйлы от северных холодных ветров. В Ялте растут магнолии и кипарисы, а в Севастополе — только пирамидальные тополя.

Большое значение имеет для климата и расположение места на южном или северном склоне гор, так как, очевидно, южный склон получает гораздо больше тепла от солнца, чем северный. Направление господствующих ветров также оказывает влияние на климат. Есть, например, на Кавказе близ Боржоми два ущелья: Бависхеби и Квабисхеби. Первое направлено с запада на восток, в него имеют доступ влажные морские ветры, и оно покрыто той же растительностью, что и побережье Черного моря: здесь мы видим вечнозеленые кустарники, папоротники, лианы. А ущелье Квабисхеби, начинающееся очень близко от Бависхеби, направлено с севера на юг; от влажных ветров оно закрыто, и в нем не растут не только вечнозеленые растения, но даже каштаны и бук.

Важно, наконец, и то, лежит ли данное место на горе или в долине, среди лесов или в степи. Даже на окраине города кли-

мат несколько отличается от климата центральных улиц, но это уже более мелкие климатические различия, так называемый «микроклимат».

Снег защищает от холода

Нельзя не упомянуть и о влиянии снежного покрова на климат. Снег отражает солнечные лучи, и потому его поверхность всегда гораздо холоднее, чем поверхность обнаженной почвы. Чистый снег тает очень медленно, а стоит ему покрыться слоем грязи и пыли, как таяние начинает идти дружно и быстро. Это часто можно видеть весной, особенно в городе.

При таянии снег берет из воздуха много тепла, поэтому весна после многоснежной зимы бывает обычно затяжной и холодной. В полярных странах среди вечного льда и снега температура редко поднимается выше 0°, хотя летом здесь приход солнечного тепла немалый. Но это тепло частично отражается, частично расходуется на таяние снега и льда.

Американская и советская экспедиции в Антарктиде при подготовке к Международному геофизическому году обнаружили внутри материка Антарктиды «оазисы» среди снежных пространств, в которых под влиянием сильного солнечного нагревания обнаженных скал и почвы было даже жарко, а в небольших озерах стояла сравнительно теплая вода.

Один из сотрудников южнополярной обсерватории «Мирный» писал: «...Перед нами открылась панорама темного мелкосопочника с множеством озер и фиордов. Общая площадь, занимаемая оазисом, достигает 5000 километров. Невольно обращаешь внимание на климат, отличный от окружающих ледяных просторов. Здесь изобилие солнца, воздух сух, как в пустыне. Над согретыми солнцем скалами поднимаются бурные потоки теплого воздуха, в небе образуются кучевые облака...» Ученые высказывали предположения, что эти оазисы возникли в результате вулканической деятельности, горения подземных пластов угля, явлений радиоактивности. Но советские исследователи, посетившие оазисы в 1956 году, пришли к выводу, что они образовались давно вследствие общего потепления Антарктиды и отступления ледников. Массы льдов, стекающие с континента, обходят стороной обнаженные каменные скалы, которые нагреваются, высокая температура вызывает таяние снега, и, таким образом, в котловинах образуются озера пресной воды.

Снег, будучи очень плохим проводником тепла, защищает почву от мороза, как теплое одеяло. В очень холодном январе 1893 года в Лесном (окраина Ленинграда) температура на поверхности снега была ниже —39 градусов, на глубине 20 сантиметров под снегом — около —2 градусов, на почве под снегом она была —3 градуса, а без снега около —24 градусов. В Си-

бири в тех местах, где зимой выпадает мало снега, существует слой вечной мерзлоты (никогда не оттаивающей почвы); на востоке он гораздо толще, чем на западе, где зима снежная. В районе Якутска толщина слоя вечной мерзлоты превышает 100 метров.

Когда в прошлом веке в Сибири начали строить каменные дома, не раз бывало, что уже через год в стенах появлялись трещины и дом разваливался. В этом была виновата вечная мерзлота: за короткое, но теплое лето верхний слой мерзлой почвы успевает оттаять, и если не учесть этого при закладке фундамента, здание разрушается.

В настоящее время в Сибири строительство, принявшее громадные размеры, ведется на научной основе. В Сибири существует специальная «лаборатория мерзловедения», которая изучает мерзлые грунты и дает строителям необходимые указания.

Вечная мерзлота в СССР не только на севере Сибири, она тянется от полуострова Канина, и толщина неоттаивающего слоя возрастает к востоку. Общая площадь мерзлоты составляет у нас около 10 миллионов квадратных метров.

Вечную мерзлоту можно наблюдать, хотя и очень редко, и в наших южных районах. Есть, например, близ Железноводска на Кавказе гора Развалка. Там на глубине около одного метра можно найти и летом при температуре воздуха + 30 градусов замерзшую почву и лед. Растительность на склонах этой горы резко отличается от окружающей. Здесь мы видим мхи, низкорослые березы и другие растения, свойственные северным странам. Это явление объясняется тем, что повсюду в районе Минеральных Вод имеется множество подземных углекислых источников. На большой глубине углекислый газ находится под огромным давлением, и когда он поднимается вверх по трещинам горных пород, он вследствие уменьшения давления расширяется и охлаждается, охлаждая и почву. На холодных холмах осаждается влага из воздуха, образуя в конечном счете лед. Подобный же подземный лед встречается в окрестностях Гуниба в Дагестане.

Еще более интересный пример вечной мерзлоты представляет оледенелая почва в тропиках, встречающаяся на глубине около полутора метров близ вершины вулкана Оягус в Южной Америке (21° ю. ш.). Вершину вулкана покрывает пепел, а под ним лежит мерзлая почва. Правда, высота этой вершины равна почти 6 километрам, но снеговая линия лежит здесь выше 8 километров и никаких ледников поблизости нет. Притом это место принадлежит к самым сухим в Южной Америке. Объяснение этого оледенения то же, по существу, что и для мерзлоты на Кавказе: скудные осадки, выпадающие на вершине вулкана, сразу же просачиваются сквозь пористую почву, состоящую главным образом из пепла. При дальнейшем нагревании пористого покрова сквозь

него начинается такое сильное испарение, что внизу происходит замерзание. От прямого нагревания солнцем эти массы защищены, и это способствует накоплению почвенного льда.

Человек и климат

Климат влияет на всю природу, окружающую человека, и на самого человека. Вся наша жизнь так или иначе связана с условиями погоды, а, стало быть, и климата. Человек по мере развития культуры преодолевает неблагоприятные для него проявления климата. Для спасения от холода он строит отепляемые жилища, чтобы умерить жару, проводит вентиляцию, устраивает водоемы, делает насаждения, охлаждающие воздух. Наша одежда, типы наших построек — все связано с характером климата.

Увидев в селениях Средней Азии или в горах Дагестана дома с совершенно плоскими крышами, наблюдательный путешественник сразу скажет, что здесь выпадает очень мало дождя и не приходится заботиться о том, чтобы он скорее сбегал с крыши. В Париже почти нигде в домах нет печей с закрывающимися трубами, есть только камины, дающие тепло, пока топят, и в окнах нет двойных рам. Это показывает, что особенно заботиться о согревании жилищ нет необходимости: суровых зим почти не бывает и можно обходиться каминами, дающими больше уюта, чем тепла. Но «почти не бывает» еще не значит «совсем не бывает»! Вот здесь и чувствуется разница между климатом и погодой. Погода не раз шутила плохие шутки с парижанами: были суровые зимы, когда в декабре температура падала до —20 и даже —25 градусов. Такими были зимы 1879-80, 1928-29 и 1955-56 годов, когда морозы в Париже доходили до —15 градусов и ниже, а в некоторых местностях Франции и до —30 градусов. Газеты отмечали даже человеческие жертвы. И все-таки это бывает настолько редко, что население не находит нужным менять способ отопления своих жилищ. А стоит только посмотреть на толстые стены и громадные печи даже в Саратовской области, не говоря уже о Сибири, чтобы наглядно представить себе, что здешнему климату свойственны сильные морозы.

В Якутске зимние морозы держатся так устойчиво, — причем ртуть в термометре снижается очень часто ниже —40 и —50 градусов, — что на рынке продают молоко без всякой тары в замерзшем виде, кусками. Такой кусок молока можно спокойно принести домой прямо в сумке или в корзинке.

Наш знаменитый географ и климатолог А. И. Воейков, объездивший чуть ли не весь мир, делал много очень метких наблюдений, в которых выявлял тесные связи между климатом местности и всей обстановкой жизни ее обитателей.

Климат, безусловно, оказывает влияние на человека, но и человек влияет на климат. Защитные насаждения спасают соседние поля от губительных суховеев. Даже созданные за последние десятилетия небольшие «моря» (Рыбинское, Московское, Куйбышевское, Цимлянское), на берегах которых влажность выше, а температура несколько ниже, чем вдали от берега, имеют значение для климата соседних мест. У берегов этих морей намечаются даже ветры типа бризов. Вообще искусственное орошение там, где слишком сухо, и, наоборот, осушение болот в сырых местностях изменяют распределение температуры и влажности в выгодную для человека сторону.

Есть, однако, и вредные влияния человека на климат. Пыльные бури, которые справедливо называются бичом сельского хозяйства в США, бывают и у нас в степных районах Украины и Северного Кавказа. Эти бури — прямой результат неправильной распашки земли, пастбы скота, уничтожающего травяной покров — «сдерживающее начало» для мельчайших частиц почвы, которые могут быть унесены ветром.

Горные потоки, устремляющиеся на улицы города и грожающие их вырванными с корнем деревьями и принесенными с гор камнями, — это тоже результат деятельности человека. Он вырубает лес на склонах гор и этим уничтожает преграды для разрушительного движения воды.

Однако все искусственные воздействия, благоприятные и неблагоприятные, вносят изменения только на очень малых участках и в небольших пределах. Изменить климат так, чтобы в Сибири вдруг стало тепло, как в Крыму, или в сухих степях За Волжья стало влажно, как в Белоруссии, — пока еще не под силу человеку. К тому же, как мы указывали, это вопрос очень сложный: то, что оказалось бы на пользу одному району, могло бы обернуться во вред другому. Во всяком случае, человеку важно знать, как его деятельность влияет на окружающую природу, в том числе и на климат. Тогда он будет стараться не делать того, что послужит во вред ему самому или его потомкам.

„Печати“ климата

Нередко, когда стоит какая-нибудь необычная погода — лето особенно холодное и дождливое, зима очень суровая или, напротив, досаждают постоянными оттепелями, — говорят: «климат у нас переменялся». И трудно бывает доказать, что это вовсе не перемена климата, а очередные капризы погоды.

Однако доказать это вполне возможно, надо только заглянуть в метеорологический справочник. Ведь известно, что в очень многих городах метеорологические наблюдения ведутся уже десятки лет, накопился очень большой материал, и если срав-

Аить по таблицам наблюдений отдельные месяцы и годы за сто лет и более, то оказывается, что за это время встречались и более холодные, и более теплые годы, чередовались и дожди, и засухи, но общий характер климата за несколько десятков лет остался без изменения.

Иное дело, если мы будем рассматривать гораздо более длительные периоды времени. Если мы сравним геологические эпохи, то увидим, как менялся климат. Ведь было время в истории Земли, когда Европа находилась под ледяным покровом, и, наоборот, была эпоха, когда в наших широтах простирались обширные тропические леса и водились тропические животные.

В мире нет ничего постоянного. И лик нашей Земли стал иным, чем был в прежние геологические эпохи. Люди узнали это по расположению земных пластов, изучив процессы их образования, и по окаменелым остаткам животных и растений. Но как могли люди узнать об изменениях климата? Оказывается, каждый климат оставляет свои «печати»: на ископаемых почвах, в горных породах, на органических остатках животного и растительного мира. Вот эти-то печати и дали возможность ученым определить, какие климаты бывали на Земле в различные геологические эпохи.

Осадочные породы (лёсс, гипс и соли) свидетельствуют о сухом климате, кремнистые и кремнисто-глинистые породы — о холодном, коралловые известняки говорят о жарком климате, а каменные угли — о влажном.

Формы рельефа тоже носят печать климата: валуны, штрихованные скалы, кары (ниши на склонах гор) и трог (долины с корытообразным поперечным профилем) говорят о бывшем здесь оледенении — это следы движения льдов. Заросшие песчаные барханы говорят о превращении пустынного климата в более влажный, благоприятный для растений, а обилие сухих речных долин в пустынях указывает, наоборот, на смену влажного климата пустынным.

Остатки животных и растений определенно говорят о том, какой климат был раньше в данном месте. Например, на северных берегах Аральского моря в древних отложениях найдены остатки тополя, ореха, граба и дуба. Стало быть, в то время (20—30 миллионов лет назад) здесь была не пустыня, а лесная область. В Гренландии среди остатков растительности третичного периода найдены кипарисы, сосны, пихты, магнолии, лавры, дубы и клены, которых теперь нет. Значит, климат здесь был жаркий, как на юге.

Кроме того, печатью климата является и пыльца растений, которая прекрасно сохраняется тысячелетиями в торфяниках, глинах и других осадочных породах. Пыльца каждого растения характеризуется определенными внешними признаками, по которым ее можно отличить от пыльцы других растений. Исследуя

ее в ископаемых горных породах, можно с достоверностью сказать, какие растения жили здесь в ту или иную геологическую эпоху.

Развитие растительности, безусловно, определяется климатическими условиями. В жарком климате растут вечнозеленые деревья, в холодном — хвойные, в умеренном — преимущественно лиственные. Поэтому метод пыльцевого анализа дает возможность выяснить условия климата и даже климатические изменения за сотни тысячелетий до нашего времени.

Конечно, во всяком методе определения климатов прошлого есть свои недостатки. Во-первых, роющие животные (черви, мыши, суслики) могут переместить пыльцу и споры растений из одного слоя в другой. Во-вторых, весенние воды и летние потоки дождевых вод могли снести пыльцу, споры и остатки животных и растений из слоя захоронения в водоем или торфяник и, таким образом, перепутать время образования и место захоронения.

Но метод пыльцевого анализа с изучением других «печатей» климата дает возможность все же читать книгу истории климатов Земли, хотя в этой книге и не хватает многих страниц. Теперь, благодаря многим палеонтологическим и геологическим исследованиям, мы знаем, что климат Земли за ее долгую жизнь менялся не один раз.

Что же было причиной таких изменений?

На это наука еще пока не дает окончательного ответа. Одни ученые предполагают, что климат менялся в связи с изменением наклона земной оси, что в свою очередь объясняется возмущающим действием планет. Другие приписывают смены климатов колебаниям солнечного излучения. Третьи связывают их с геологическими и вулканическими процессами на земном шаре. Четвертые полагают, что здесь играет роль увеличение количества углекислоты в земной атмосфере, периодические помутнения ее вследствие вулканических извержений и т. п. Но ни одна из этих гипотез не объясняет всех фактов до конца.

Колебания климата

Кроме медленных и длительных изменений климата, продолжавшихся сотни тысяч, а то и миллионы лет, климат испытывает постоянные, но более кратковременные колебания.

За время существования человека на Земле эти колебания можно проследить по летописным и другим историческим данным.

Например, в одной рукописи, найденной в Новгородской Софийской библиотеке, говорится о суровой зиме 763-64 года, когда большие холода распространялись по всей Западной Европе от Франции до Черного моря, и это море замерзло: «В царство

Константина Тиоменитого зима люта бысть. Яко на 30 локтей померзнути Понтийскому морю и снег на нем паде на 20 локтей. И бысть месяца февраля той лед на многи кры (куски) разломался и быша аки горы. И множество всяких животных в леде том вмерзоша».

Также из истории известно, что Черное море замерзало не один раз. В VIII веке бывали такие суровые зимы в Византии, что замерзали даже проливы Босфор и Дарданеллы. А в 829 году зима на юге была настолько жестокой, что в Египте Нил покрылся льдом. Замерзли Адриатическое и Черное моря, и в Европе от холода погибали люди. То же самое происходило и в 1011 году. Свирепыми морозами была охвачена Западная Европа, Ближний Восток, и есть сведения, что в тот год в Багдаде сугробы снега были в рост человека.

В период с VIII до XII века на севере Европы наступило значительное потепление. В конце VIII века ирландцы открыли Исландию, и через сто лет она была колонизирована норманнами. Представьте себе, что они застали в Исландии, в этой «ледяной стране» зеленые березовые леса и равнины, покрытые цветущими лугами. В X веке норвежец Эрик Рыжий со своей дружиной открыл новую страну. Он назвал ее Грюнланд (в переводе Зеленая страна). Через три года в Гренландию двинулась целая флотилия колонистов. Они привезли с собой рогатый скот, так как в Гренландии были леса и хорошие пастбища. В XII веке на берегу Гренландии насчитывалось уже 280 поселков колонистов, которые занимались рыбным промыслом, звероловством и молочным скотоводством. По некоторым сведениям, в те времена Исландия и Гренландия были почти совершенно свободны от льда, и айсбергов совершенно не было ни в Датском проливе, ни в проливе Девиса, ни в северной части Северного моря.

В середине XIII века началось похолодание в северной части Атлантики. Гренландия и Исландия снова постепенно стали покрываться льдом. В океане появились айсберги, сообщение морем ухудшилось, и колонии в Гренландии захирели и вымерли. Путь в Америку из Европы был забыт, и Колумб вновь открыл Америку в XV веке.

В XV веке в Гренландии, так же как и в Норвегии, ледники опустились к морю. Земледелие стало невозможно даже в Норвегии. В XIII и XIV веках несколько раз замерзало Балтийское море. Из Дании в Любек и из Швеции в Борнхольм ездили по льду на лошадях, так же как с острова Готланд в Эстонию. На льду строили постоянные дворы, и стаи волков переходили по замерзшему морю из Норвегии в Данию.

В те давние времена метеорологических наблюдений еще не было, и только свидетельства современников в дошедших до нас древних записях говорят нам о выдающихся явлениях погоды, которые оказывали влияние на все течение жизни наших дале-



ких предков. Когда начались уже более или менее правильные наблюдения по приборам, сведения о явлениях погоды стали и многочисленнее и гораздо надежнее. Сопоставляя наблюдения за много лет подряд, можно проследить в них смены то более сухих и теплых, то более холодных и влажных годов. Но обнаружить в этой смене какую-либо закономерность трудно.

С начала нашего века наблюдается потепление в северной части Атлантики и Арктике. Температура воды стала выше, так же как и температура воздуха. Площадь вечной мерзлоты в СССР и Америке сокращается. У арктических берегов появляется теплолюбивая фауна. В Гренландии отступает ледяной покров, и в настоящее время уже обнажены ото льда городища и могильники норвежских колонистов Гренландии X—XIII веков.

Во время дрейфа «Седова» средняя температура с сентября 1938 года по апрель 1939 года была в районе дрейфа на 6 градусов выше соответствующей температуры, отмеченной при дрейфе «Фрама» в 1894—1895 годах, т. е. за 44 года до этого. В результате потепления быстро начали отступать ледники. Средние годовые температуры за последние 30 лет были выше многолетних средних: в Гренландии на 2,5 градуса, на Земле Франца-Иосифа на 3,5 градуса, в Ленинграде на 1 градус. А температуры самого холодного месяца (февраля) поднялись местами до 8—12 градусов выше многолетних. На севере в последние десятилетия число суровых зим становится меньше, число мягких зим — все больше. Лето же, напротив, оказывается несколько прохладнее. Но потепление зим выражено более резко, чем понижение температуры лета, и потому можно говорить вообще о потеплении.

Потепление в Арктике объясняется усилением общей циркуляции воздуха на всем земном шаре. В Арктику стал энергичнее притекать теплый воздух с юга, а в тропики — холодный воздух с севера. Ускорение же воздушных течений ускорило морские течения в Атлантическом океане. Таким образом, в Арктику усилился приток тепла не только с воздушными течениями, но и с морскими. Теплое течение, усиленно нагревая воздух полярных стран, тем самым вызывает понижение давления, а это в свою очередь создает условия для еще более сильной тяги воздуха с юго-запада и, следовательно, для нового усиления юго-западными ветрами нагона теплых вод в Арктику.

Сменится ли этот период потепления более холодным и когда сменится — покажет будущее.

Летопись природы

Если бы удалось подметить какую-нибудь правильную повторяемость или, как говорят, периодичность в чередовании теплых и холодных, сухих и влажных годов, это было бы очень ва-

жно и для науки, и для практики. Многие ученые занимались отысканием таких периодичностей. Но чтобы их обнаружить, нужно располагать огромным материалом, охватывающим не десятки, а сотни лет. А ведь метеорологические наблюдения ведутся сравнительно недавно — всего каких-нибудь двести лет. И если даже привлечь на помощь метеорологу свидетельства самых давних времен — летописи, дневники, письма, — они расскажут нам не об изменениях климата, а о капризах погоды — исключительных жарах или морозах, ранних или поздних вскрытиях рек и дождях, погубивших урожай. Тут опять приходят на помощь записи, которые ведет сама природа.

Известно, что деревья живут гораздо дольше человека. Жизнь сибирских кедров, лиственниц, сосен может длиться до 600 лет, каштаны и дубы живут до 2000 лет, а самые долговечные породы — кипарисы, тиссы и особенно американские секвойи — даже до 3000 лет и больше. Ученые занялись исследованием срезов старых деревьев: известно, что по слоям на таких спилах можно определить возраст дерева. И вот оказалось, что годовичные кольца деревьев имеют различную ширину: иногда они очень узкие, иногда — широкие. И замечательно то, что колебания в величине прироста древесины примерно одинаковы на очень больших пространствах. От чего же зависит прирост древесины? Скорее всего, от благоприятных климатических условий. Иногда на срезах можно заметить и следы обугливания — указание на то, что в эти годы были лесные пожары, стало быть, стояла сухая жаркая погода. Если к срезам лесных великанов, срубленных в наше время, прибавить срезы мореных дубов, которые попадают в руслах рек, а также срезы остатков деревьев из торфяников, то можно проследить историю климата за несколько тысячелетий.

Это, конечно, очень большая и сложная задача. Но проследить колебания климата за несколько сотен лет — в историческое время — пытались многие ученые и у нас, и за рубежом. Американский исследователь Дуглас изучил более 5000 спилов одних секвой, причем у него встречались спилы деревьев, имевших возраст более 3000 лет. Он изучал спилы не только американских деревьев, но и деревьев Скандинавии, Англии и Австралии. Летопись деревьев подтвердила, между прочим, похолодание в XIII—XIV веках, о котором мы только что говорили.

Еще знаменитый шведский ботаник Линней обратил внимание на зависимость между толщиной годовичных колец на срезах деревьев и погодой. В своем описании путешествия по Скании (юг Швеции) он упоминает о пне срубленного столетнего дуба, «на котором он ясно мог прочесть летопись погоды».

Разбирая материалы непосредственных записей и пользуясь косвенными данными, отмеченными самой природой, ученые пришли к выводу, что в явлениях погоды намечаются периоды около


33—35 лет. Нужно сказать, что на такой 33-летний период указал уже около 200 лет назад наш академик Крафт. Когда в 1739 году в Петербурге была исключительно суровая зима, Крафт стремился установить, нет ли в повторяемости таких зим какого-либо определенного порядка.

Такая же повторяемость в 33—35 лет была установлена для сухих и влажных периодов немецким климатологом Брюкнером в конце прошлого столетия.

Однако настоящей правильности в чередовании этих периодов нет, и потому их, собственно, следует называть не периодами, а циклами, так как под периодами разумеется правильная повторяемость. Циклы же Брюкнера и Крафта имеют длительность от 20 до 50 лет; 35 лет — это лишь средняя продолжительность. Легко понять, что при такой неопределенности практическое значение найденных циклов, по существу, невелико. Мы не можем сказать в каждом отдельном случае, когда произойдет смена циклов и какой длительности будет следующий цикл.

Вопрос об изменении климата, особенно в историческое время, имеет большое значение для жизни человека на земле. Поэтому вполне понятно, что ученые уделяют очень много внимания этому вопросу и стараются выяснить причины, вызывающие такие изменения, как потепление, которому мы все являемся свидетелями за последние десятилетия. Нужно сказать, что это потепление, явственное всего выраженное на севере, сказывается в большей или меньшей степени почти на всем земном шаре.

В главе о Солнце и о погоде мы уже говорили о том, что исследования последнего времени определенно указывают на роль солнечной деятельности в явлениях погоды. Климат составляется из погод, поэтому все, что было сказано, относится и к изменениям климата в тех или иных местах земного шара. И как в отношении погоды, так и в отношении климата влияние Солнца на их изменения будет вполне разгадано лишь тогда, когда удастся в точности изучить механизм передачи возмущений, происходящих на Солнце, в нижние слои земной атмосферы.



глава
ДВЕНАДЦАТАЯ

ВОЗДУШНОГО ОКЕАНА

Геофизический год



Начиная с 1955—1956 годов не только в научных журналах, но и в газетах, и в общедоступных книгах часто можно было встретить упоминания о Международном геофизическом годе, получившем краткое обозначение «МГГ» по-русски и «IGY» (International Geophysical Year) по-английски. Сообщалось о вновь открытых метеорологических станциях в разных странах, об экспедициях в Арктику и Антарктику, о съездах и совещаниях, относящихся к Геофизическому году. Даже самые замечательные достижения нашего времени — космические ракеты и искусственные спутники Земли — связывались с этим международным начинанием, осуществленным в 1957—1958 годах.

Какие же цели оно преследовало?

Не приходится доказывать, что всякая научная работа бывает особенно плодотворна, когда ею заняты не отдельные ученые, а целый коллектив, связанный общими задачами. При изучении физических явлений на земном шаре такое сотрудничество совершенно необходимо; притом оно, естественно, расширяется до международных масштабов.

Это было осознано уже очень давно, и за последние столетия ученые время от времени создавали международные организации; входившие в них страны изучали нашу планету всеми доступными способами. Нужно сказать, что во всех таких начинаниях русские ученые играли очень видную роль, а иногда были и их инициаторами.

Больше всего «белых пятен» в метеорологических и магнитных наблюдениях было, конечно, в полярных областях. На них и направили свое внимание ученые, организовав Первый международный полярный год (1-й МПГ, 1882—1883 годы). В нем участвовало 11 стран. Этот Полярный год значительно расширил наши познания о климате Арктики (Антарктика тогда еще совсем не исследовалась). Однако в то время сплошным «белым пятном» были верхние слои атмосферы, хотя уже Ломоносов указывал на их значение для изучения земной погоды, а Менделеев прямо говорил, что человек, изучающий метеорологические явления только у поверхности

земли, судит о них не лучше, чем краб, ползающий по дну моря, о морских бурях. Единичные подъемы на воздушных шарах, изобретенных в 1873 году, дали лишь разрозненные сведения о верхних слоях атмосферы. И вот через 50 лет после 1-го МПГ, в 1932—1933 годах, был проведен 2-й МПГ, во время которого для исследования высоких слоев были использованы все последние технические достижения того времени: дирижабли, самолеты, шары-зонды, наконец, только что созданный (в 1930 году) радиозонд. Во 2-м МПГ принимали участие 49 стран; исследовались, кроме воздушной оболочки Земли, морские течения, ледники в горах; было устроено несколько новых высокогорных станций.

Успехи техники за 25 лет, прошедших со времени проведения 2-го МПГ, можно назвать поистине головокружительными. Наступило время начать с новыми средствами новый штурм воздушного океана. В 1957—1958 годах был проведен Международный геофизический год, который фактически продолжился не только полтора года, до 1 января 1959 года, но значительно дольше. По программе МГГ наряду с обычными метеорологическими наблюдениями, организацией станций в Арктике и Антарктике, созданием дрейфующих и автоматических станций были произведены наблюдения в высоких слоях с помощью ракет. И наконец, МГГ ознаменовался блестящим достижением советской науки и техники — запуском 4 октября 1957 года в СССР первого искусственного спутника Земли. В дальнейшем за ним последовали еще советские и американские спутники.

Антарктика

Наблюдения, организованные во время МГГ, открыли новую страницу в исследовании Антарктиды — этой шестой части света, до сих пор очень мало изученной. Усилиями ученых многих стран разгаданы многие особенности климата Антарктики. Выяснено, что сильные ветры на ее побережье зависят от стекания холодного воздуха из центральных частей, где скорости ветра значительно меньше. Установлено, что Антарктида не архипелаг, а материк, на окраинах которого расположены отдельные острова. Изучены особенности циркуляции воздуха над Антарктикой и их связь с общей циркуляцией на нашей планете. Выяснено также, что толщина льда над материком Антарктиды превышает 4 километра.

Советские ученые вычислили, что каждый год в Антарктике выпадает более 3 тысяч кубических километров осадков, т. е. более 3 000 000 000 тонн снега! Для вывоза этого снега понадобилось бы около двух миллионов товарных поездов. И

всю эту работу продельывает природа, которая передвигает триллионы тонн льда из центра материка к побережьям. Ледяная масса сползает к морю, постепенно обламывается, и колоссальные глыбы, став айсбергами, отправляются в плавание по океану.

Антарктике благодаря чрезвычайно сухому воздуху свойствен очень большой приход солнечного тепла. По наблюдениям на станции Пионерская, летом Антарктида получает примерно столько же тепла, сколько станции на высоких горах близ экватора. Сумма же радиации в декабре (антарктическое лето) оказалась больше, чем где-либо на земном шаре. Между тем Антарктида даже летом остается страной жестокого мороза. Например, средняя температура самого «теплого» месяца на станции Пионерская была в 1956 и 1957 годах около —22 градусов. Причина этого — почти полное отражение солнечного излучения от гладкой, «отполированной» ветрами поверхности снега. В атмосферу уходит обратно до 80—85% всей получаемой радиации.

Исключительно сильные ветры на побережье в сочетании с низкими температурами делают Антарктиду страной самого сурового на Земле климата. В центре материка ветер слабее, но зато морозы значительно сильнее. На станциях побережья средняя годовая температура воздуха равна —10, —11 градусов, а на станции Пионерская, всего в 370 километрах от берега, уже —37,6 градуса. Если прибавить к этому холоду темноту полярной ночи, постоянные низовые метели, когда на расстоянии вытянутой руки ничего не видно, и пониженное давление, при котором трудно дышать, можно себе представить, в каких условиях протекает здесь научная работа. На прибрежных станциях за год бывает 340 дней со штормом и 20—30 дней с ураганом. В Мирном отмечено 240 дней со штормом. Особенно сильные ветры дуют в тех частях побережья, где в силу строения поверхности получается сток холодного воздуха из центральных областей. Где этого стока нет, там и сила ветра меньше.

Один из исследователей Антарктиды Н. П. Русин писал: «Пурга может достигать такой силы, что человека буквально несет ветром, даже если он пригнулся к самой поверхности снега. Всякое передвижение в таких случаях становится невозможным. Силы человека в борьбе со стихией быстро иссякают, и он оказывается в опасном положении. Однажды, — это было 7 июля, — мы услышали необычайный грохот в стенах нашего домика. Создавалось впечатление, что обвалился потолок. Не успели мы выйти, как открылась дверь, и вошел еле державшийся на ногах радиотехник геофизического отряда Г. Миньков. Идя навстречу ураганному ветру, он прошел менее 100 метров и совершенно изнемог. Возвращаться

домой уже не было сил. Наткнувшись на дом метстанции, он решил зайти к нам. Но пурга так замела все вокруг, что входа было не найти. Его стука никто не слышал. Тогда он не нашел ничего лучшего, как своей тяжестью проломить крышу снежного коридора, находившегося на уровне снежного покрова. Это не стоило большого труда, и вскоре он, свалившись вместе со снегом с высоты 2 метров, лежал на полу, оказавшись таким образом вне досягаемости пурги».

Борьба с заносами во время зимовок ведется постоянно и отнимает много сил.

Кроме мороза и ветра, затрудняет работу вечная борьба со снежной пылью. «Как песчаная пыль в пустынях Средней Азии, попадая в рот, в нос, в глаза, забиваясь всюду, отравляет человеческое существование, так и снежная пыль преследует человека. Она забивается во все поры одежды и обуви, набиивается в усы, бороду и ресницы, намерзает в виде ледяного ошейника около подбородка, мгновенно облепляет очки плотным слоем смерзшегося снега. Время, затрачиваемое каждым из нас на очистку одежды и обуви от снежной пыли, часто намного превосходит время, затрачиваемое на все наблюдения».

В Международный геофизический год началось систематическое исследование Антарктики, но для вывода надежных заключений полученного материала все еще недостаточно, и поэтому в Антарктиде весь 1959 год продолжались наблюдения по полной программе геофизического года.

Но особенно широкие перспективы открыл Международный геофизический год в области исследования самых высоких слоев атмосферы. Значение этих открытий станет для нас яснее, если мы обратимся к прошлому и проследим, как человек шаг за шагом отвоевывал у воздушного океана его тайны.

Человек отрывается от дна воздушного океана

Изучив элементы погоды на земной поверхности, человек захотел знать и то, что делается в более высоких слоях воздушного океана. В половине XVIII века знаменитый Франклин пользовался воздушным змеем для исследования электричества грозных туч. Метеорологические змеи появились лишь в конце XIX века и быстро вошли в практику исследований атмосферы. Они служили средством поднять в высокие слои атмосферы приборы, которые дают возможность определить давление, температуру, влажность. Основной принцип этих приборов — принцип всех так называемых самописцев, которые мы все видели у себя в школе, а иногда и дома: барографа, термографа, гигрографа; для подъема на змеях они были соединены в один «метеорограф».

Подъемы приборов на змеях дали большой материал для исследования нижних слоев воздушного океана, но в настоящее время змеи вышли из употребления.

Гораздо более живучим в научной практике оказался воздушный шар. Вначале подъемы на шарах, наполненных нагретым воздухом или водородом, не преследовали никаких научных целей.

Как известно, первыми путешественниками в корзине воздушного шара в 1783 году были баран, петух и утка. Но к концу XVIII века и люди решились летать на воздушных шарах, а в 1804 году русский академик Захаров достиг высоты около 2,5 километра; во время полета, совершенного впервые специально с научной целью, измерялась температура воздуха и производились другие наблюдения. В 60-х и 70-х годах XIX века во всех странах, в том числе и в России, ученые поднимались на воздушных шарах для исследования атмосферы. Такие шары достигали высоты 5—10 километров.

Однако полеты на воздушных шарах требовали затраты больших средств и были сопряжены с немалым риском. Гораздо проще было поднимать на шарах приборы без человека; это стало возможным после изобретения самописцев.

Шар, наполненный нагретым воздухом, высоко не поднимается, так как температура воздуха внутри шара очень скоро сравнивается с наружной температурой и шар теряет свою подъемную силу. Иное дело — резиновые шары, наполненные водородом. Поднимаясь в более разреженные слои воздуха, шар увеличивается в объеме, его оболочка растягивается и в конце концов лопаается. Тогда прибор опускается на землю на остатках оболочки, как на парашюте. С усовершенствованием резиновой промышленности оболочки шаров стали выдерживать очень большие натяжения, и высота подъема метеорографов на таких шарах-зондах стала достигать до 35—38 километров.

Однако прибор может спуститься в лесу, в болоте, может упасть в озеро и в море. Если его долго никто не найдет, то, несмотря на защитный чехол, запись может оказаться испорченной дождем и снегом.

Летающие радиостанции

Не удивительно поэтому, что с изобретением радио метеорологи всех стран стали искать способ создания такого прибора, который мог бы автоматически сообщать сведения о температуре, давлении и других метеорологических элементах из высоких слоев атмосферы. Эта задача потребовала преодоления немалых технических трудностей, и первыми ее разрешили советские ученые. 30 января 1930 года Институтом

аэрологии в Павловске был выпущен первый в мире радиозонд, построенный по идее директора института П. А. Молчанова и под его руководством. Вместо метеорографа к шару был подвешен особый радиопередатчик, при посредстве которого на землю передавались сигналы о давлении и температуре на разных высотах. Этот первый радиозонд достиг высоты около 10 километров, и уже через полчаса переданные им сведения были сообщены по телеграфу в Бюро погоды.

Во Франции радиозонд, основанный на несколько ином принципе, был разработан только к концу 1930 года, а в Германии еще позднее — к маю 1931 года. Советский прибор, который часто называется «гребенчатым», так как его действие основано на перемещении перьев по особой системе металлических гребенок, был легче и дешевле остальных, а потому его нередко применяли не только у нас, но и за границей в различных экспедициях.

В настоящее время радиозонд значительно видоизменен и усовершенствован.

Можно сказать без преувеличения, что радиозонд составил эпоху в исследовании высоких слоев атмосферы. Теперь не нужно беспокоиться о том, найдется прибор или нет: он уже сделал свое дело, сообщил о том, что делается в верхних слоях воздушного океана. Когда наша резиновая промышленность освоила выработку больших оболочек, высота подъемов радиозондов сразу значительно возросла. Ведь высота, до которой может подняться шар, в большой мере зависит от качества оболочки: она должна быть очень растяжимой. Например, при одном из подъемов на высоте 30 километров объем шара достиг 366 квадратных метров (у земли он был 4,2 квадратных метра), и оболочка лопнула, когда толщина резины составляла около 0,009 миллиметра. В настоящее время подъемы радиозондов до 25—30 километров и выше уже не редкость, а максимальная их высота доходит до 40 километров.

Радиозонды дали очень большой материал для исследования атмосферы, в особенности в Арктике и Антарктике. Их широко применяли уже во время Второго международного полярного года, а теперь повсюду на аэрологических станциях радиозонды выпускаются систематически. Известно, что радиозондирование занимает большое место в программе наших дрейфующих станций «Северный полюс», как занимало и в программе Геофизического года. В пургу и сорокаградусные морозы, во время беспросветной полярной ночи аэрологи на дрейфующих льдинах выпускают свои летучие радиостанции и следят за их сигналами, чтобы затем передать сведения о температуре, влажности и ветре в высоких слоях воздушного океана в Центральный институт погоды. Но помимо значения для

предсказаний погоды, эти наблюдения дали ценнейший материал для суждения о суточных и годовых изменениях метеорологических элементов на разных высотах. Особенно важно то, что эти сведения получаются и в условиях, когда непосредственное влияние солнечного нагревания совсем отсутствует, и, наоборот, в условиях, когда оно не прекращается ни днем, ни ночью, как это бывает в полярных странах летом.

Как открыли стратосферу

Наблюдениями при подъемах на высокие горы, полетами приборов на змеях и шарах-зондах было установлено, что температура при подъеме падает в среднем на 0,5—0,6 градуса на каждые 100 метров. Пока полеты не достигали высоты более 9—10 километров, такое падение температуры продолжалось до самого их «потолка», и ученые были уверены, что оно свойственно всем слоям воздушного океана.

Но вот шары-зонды стали залетать на высоты 10, 15 километров и выше. Сопоставляя материалы высоких зондирований, французский метеоролог Тейссерен-де-Бор в начале XX века, а за ним и другие ученые обнаружили неожиданный факт: оказалось, что на высоте 10—12 километров падение температуры прекращается; она или остается неизменной, или начинает даже слегка повышаться. И как бы высоко ни поднимались отдельные шары-зонды, даже до высот более 30 километров, их записи показывали, что температура, дойдя до —55, —60 градусов на высоте около 10 километров, дальше уже не падала.

Вначале ученые были склонны счесть это явление нереальным и приписывали повышение температуры ошибкам в показаниях приборов. Однако многочисленные факты говорили сами за себя. Прекращение падения температуры наблюдалось всегда, во всех странах, днем и ночью. Наука была поставлена перед новым явлением, которому предстояло дать объяснение.

В области, где температура не падает или даже растет с высотой, трудно представить себе развитие вертикальных движений. Естественно было предположить, что здесь существуют только горизонтальные движения, и тем самым эта область носит как бы «слоистый» характер; поэтому ее называли «стратосферой» от латинского слова «стратус» — слой, в отличие от лежащей ниже «тропосферы» (греческое «тропос» — поворот), где происходит постоянный круговорот воздуха в вертикальном направлении. Мы скоро убедимся в том, что это предположение оказалось неверным.

Объяснить существование стратосферы — сложная теоретическая задача. В основном температура перестает падать с из-

вестной высоты, вероятно, потому, что там достигается равновесие между притоком лучистой энергии от Солнца и теплом, которое теряется лучеиспусканием. Но чтобы предсказать, на какой именно высоте и при какой температуре начинается зона равновесия, нужно прежде всего располагать целым рядом данных, которые пока не получены с достоверностью. Вполне удовлетворительной теории стратосферы, которая согласовалась бы во всех частях с данными опыта, еще не существует.

Стратостаты

Если в стратосфере нет вертикальных движений, то нет и перемешивания воздуха между более высокими и более низкими слоями. Тогда по законам физики каждый газ, входящий в состав воздуха, должен вести себя так, как если бы он был один и составлял свою особую атмосферу. Давление каждого газа с удалением от земли убывает, очевидно, тем быстрее, чем больше его плотность. А стало быть, чем выше, тем меньше воздух должен содержать тяжелых газов — кислорода и азота, тем больше — водорода и гелия, которых у земли имеется лишь совсем ничтожное количество. Начиная с известной высоты, наша обычная азотно-кислородная атмосфера должна уступать место более легким газам — водороду и гелию.

Так думали еще в 30-х годах нашего века, и ученые, исходя из различных предположений, предлагали различные схемы строения и состава высоких слоев воздушного океана. Они много спорили, защищая каждый свою схему. Лучшим доводом в этих спорах было бы добыть пробу воздуха с больших высот и посмотреть, какой он имеет состав. Были изобретены приборы для взятия таких проб. Но если пробы берутся автоматически, на шарах, поднимаемых без участия человека, всегда можно предположить, что автомат работал неисправно, во всяком случае нужно сделать очень большое число наблюдений, что не так просто. Другое дело, когда пробу берет сам человек, поднимающийся на воздушном шаре. Шар, предназначенный для подъема в высокие слои, — уже не простой аэростат; прежде всего нужно обеспечить полную герметичность гондолы, в которой помещаются люди, т. е. чтобы в ней не было обмена с наружным воздухом и поддерживалось давление воздуха, близкое к нормальному. Учеными была разработана конструкция как самого шара с гондолой, так и приборов, необходимых для разнообразных наблюдений. Одной из основных задач полетов на «стратостатах», как были названы такие шары, было получение проб воздуха с возможно больших высот. Второй задачей была проверка барометрической формулы, выражающей изменение давления с высотой и выведенной для больших высот лишь теоре-

тически. Наряду с этим третьей задачей полетов на стратостатах было исследование космических лучей.

Первый полет на стратостате был совершен в мае 1931 года брюссельским профессором Пикаром (он скончался в марте 1962 года) и его ассистентом физиком Кипфером. К оболочке емкостью в 14 000 кубических метров на прочных канатах была подвешена металлическая (алюминиевая) гондола, в которой находились воздухоплаватели; она была выкрашена в черный цвет, чтобы поглощение солнечных лучей обеспечило нормальную температуру внутри кабины, когда шар поднимется в области с температурами до -60 градусов. Но оказалось, что расчет был не совсем правилен, и в кабине установилась тропическая жара — до 40 градусов. Так как в начале подъема произошел резкий толчок и шар поднялся чрезвычайно быстро, было повреждено приспособление для маневрирования. Из-за этого стратостат долгое время не мог спуститься, и воздухоплавателям пришлось оставаться на максимальной достигнутой высоте 16 километров около 16 часов; им угрожало удушье, так как запас воздуха в кабине не был рассчитан на столь долгое пребывание вдали от земли. Все же путешественникам удалось спуститься поздно вечером на поверхность ледника в горах Тироля.

В августе 1932 года профессор Пикар вновь повторил полет в стратосферу, причем достиг высоты 16,5 километра. Были приняты меры, чтобы подъем произошел не так быстро, и регулирование высоты было обеспечено. На этот раз кабину выкрасили в белый цвет, и она отражала солнечные лучи. Оказалось, что это другая крайность: температура внутри кабины была -15 градусов, и воздухоплаватели мерзли... «Кабина сверкает, как хрустальный грот; свисают тонкие ледяные иглы, сталактиты»... — писал Пикар в одной из своих статей, посвященных впечатлениям полета. При этом полете Пикар произвел ряд измерений интенсивности космических лучей, однако он писал позднее: «...ничего еще нельзя считать установленным, и космические лучи продолжают ревниво охранять свою тайну. Понадобится еще произвести многочисленные экспедиции на воздушном шаре...»

Советские стратостаты

Ярким солнечным утром 29 сентября 1933 года на одном из подмосковных аэродромов шли необычные приготовления. Десятки людей принесли на стартовую площадку прорезиненную оболочку огромного шара. Были доставлены и установлены особые газгольдеры большой вместимости. В здании аэрометеорологической станции кипела напряженная работа: научные работники усердно изучали режим погоды. Шла под-

готовка к редкостному событию — полету стратостата «СССР» в неизведанные выси.

В 9 часов утра команда стратостата вошла в гондолу и был дан сигнал к полету.

Стратостат быстро пошел вверх и через 4 минуты был уже на высоте 3 километра. Толпы народа собирались на улицах Москвы и следили за его полетом. Научные же работники наблюдали за стратостатом угломерными приборами с нескольких точек, чтобы знать его высоту в определенные моменты времени.

С экипажем стратостата все время поддерживалась радиосвязь. К часу дня стратостат достиг высоты 19 километров и пошел на снижение; к 17 часам он благополучно спустился недалеко от места старта, на берегу Москвы-реки, в Коломне: ветер в верхних слоях был настолько слаб, что за 8 часов полета стратостат не успел улететь на далекое расстояние. В 1934 году советский стратостат «Осоавиахим» поднялся до высоты 22 километров. Метеорологическими учреждениями Москвы и Ленинграда во главе с Главной геофизической обсерваторией была проведена громадная работа по постройке приборов для исследований, по предварительному изучению условий погоды, чтобы выбрать наиболее благоприятное время полета и организовать наблюдения стратостата с земли. Последнее было очень важно для сравнения высоты, вычисленной по барометрической формуле на основании записей приборов на стратостате, с высотой, определенной непосредственно геометрическим путем.

Оказалось, что эти высоты хорошо сошлись, и тем самым было получено подтверждение точности барометрической формулы. Это было одним из существенных научных результатов подъема.

Из чего состоит воздух на высоте?

Важным результатом было и то, что данные об интенсивности космических лучей на разных высотах в основных чертах совпали с данными Пикара.

Но с особым интересом ученые ждали, что даст исследование пробы воздуха, принесенной стратостатом с высшей точки полета.

Стратостат «СССР» достиг высоты 19 километров, где уже должно было бы сказаться уменьшение содержания тяжелых газов воздуха в пользу более легких. Однако анализ взятой пробы показал, что состав воздуха на этой высоте тот же, что и у земли: те же 79% азота и 21% кислорода.

Этот результат был настолько неожиданным, что ученые сочли его ошибочным и думали, что в колбу, несмотря на все пре-

досторожности, попал воздух нижних слоев. Но тщательная проверка показала, что с пробой все благополучно. А затем и другие пробы, взятые на американских стратостатах, подтвердили неизменность состава воздуха на этих высотах.

А это значит, что и в стратосфере происходит смешение верхних слоев с нижними, т. е. имеются вертикальные движения, хотя и не такие сильные, как в лежащей ниже тропосфере. Значит, и название «стратосфера» по существу неправильно, но оно все же сохранилось за этой областью воздушного океана.

Что говорят пушки о строении стратосферы?

Высоты, с которых удавалось взять пробы с помощью стратостатов или шаров-зондов, не превышали 20—30 километров. Можно было считать установленным, что до этой высоты состав воздуха тот же, что и у земли, и что падения температуры также нет. Но что делается дальше, на высотах, пока еще не доступных человеку?

На этот вопрос, оказывается, могут до известной степени ответить пушки.

При очень сильной орудийной стрельбе или при взрывах гул бывает слышен на определенном расстоянии от места взрыва. Дальше его не слышно, а в местах, еще более отдаленных, примерно на расстоянии 100 километров, он слышен снова. Эти две зоны слышимости отделены друг от друга «зоной молчания» шириной примерно в 100 километров.

Какое же это имеет отношение к составу воздуха и температурам в стратосфере?

Дело в том, что вторичная слышимость звука обусловлена отражением звуковых волн от границы двух слоев воздуха, на которой плотность резко меняется. Расчет показывает, что такая граница лежит на высоте 40—50 километров; звуковая волна возвращается на землю, потому что встречает слой сравнительно малой плотности, т. е. более теплый. На этих высотах температуру сначала оценивали в —50 и более градусов; позднейшие наблюдения показали, что температура на высоте 50 км близка к нулю. Все же, имея в виду, что на нижней границе стратосферы температуры колеблются от —50 до —80 градусов, где-то в ее пределах должно начинаться значительное потепление. По-видимому, оно наступает уже с высоты 30—35 километров.

Озон в стратосфере

Причина этого потепления — тот же слой озона, о котором мы говорили раньше и который преграждает путь на землю губительным ультрафиолетовым излучениям солнца. Он поглощает солнечное тепло и при этом сильно нагревается; верхняя

часть озонового слоя, лежащая как раз на высоте 45—50 километров, естественно, нагревается всего сильнее. Максимальное содержание озона приходится на высоту 25—30 километров. При этом озона больше всего в атмосфере весной и меньше всего осенью, но почему — это пока неизвестно.

Количество озона на этих больших высотах определили взятием проб при полетах стратостатов и шаров-зондов. Но главным методом исследования озона является фотографирование солнечного спектра спектрографами, которые поднимаются на воздушных шарах. Начиная с 40-х годов нашего столетия, приборы поднимались на ракетах, достигавших в то время высоты 100—200 километров. Полученные таким путем фотографии ясно показывают, что солнечный спектр становится все более длинным по мере подъема в более высокие слои, где ультрафиолетовое излучение поглощается все меньше.

Есть и еще явления, которые помогают ученым составить себе представление о строении стратосферы.

Перламутровые облака и метеоры

На вертикальные движения в стратосфере указывает, например, то, что в ней на высоте 22—30 километров иногда наблюдаются облака. Они имеют радужную окраску и поэтому называются «перламутровыми». По всем признакам они состоят из ледяных кристаллов, как и обычные перистые облака. Значит, в стратосфере должны быть восходящие движения, в результате которых содержащийся в ней водяной пар охлаждается и сгущается.

Перламутровые облака движутся иногда совсем медленно, иногда с большими скоростями — до 75 метров в секунду, притом в самых различных направлениях. На основании их движения можно судить о ветрах в верхней стратосфере. Направления и скорости этих ветров исследуются также путем наблюдений над следами метеоров.

Все мы не раз видели ясной ночью, как на небе чертит яркий огненный след «падучая звезда». Эти мельчайшие камешки или кусочки железа, обычно размерами менее 1 миллиметра, бесследно сгорающие в земной атмосфере, оказывают большую службу науке. Наблюдая путь их падения среди звезд и оставляемые ими следы на небе, можно определить высоту, на которой они обычно загораются и потухают. Оказалось, что они чаще всего исчезают на высотах около 45 километров; стало быть, там расположен более теплый слой, в котором метеоры скорее накаляются и сгорают. Значит, и метеоры подтверждают то, о чем рассказали нам пушки и взрывы.

Сравнительно крупные метеоры, не успевающие сгореть в более высоких слоях атмосферы, оставляют за собою следы, кото-

рые можно наблюдать в телескоп и фотографировать; в последнее время их изучают при помощи радиолокации: метеорные следы отражают короткие радиоволны и дают радиоэхо на экране радара.

Светящиеся или серебристые облака

Еще в 1885 году московский профессор Цераский обратил внимание на совсем особенные облака. Они были чрезвычайно тонки и легки и напоминали перистые, но были ясно видны на темном фоне неба (наблюдения проводились ночью) и как бы светились самостоятельным светом. Позднее такие облака наблюдались не раз и во многих других странах. Наблюдениями удалось определить их высоту: она равна 80—82 километрам, и, стало быть, эти облака плавают как раз у верхней границы стратосферы, там, где она переходит в ионосферу. Эти облака, по-видимому, состоят из водяного пара, вернее, из ледяных кристаллов, как и обычные перистые облака; а так как в таких высоких слоях водяного пара уже ничтожно мало, то и облака эти очень тонки. Ядрами конденсации служит для них космическая пыль, т. е. мельчайшие твердые частицы, носящиеся в межпланетном пространстве и проникающие в атмосферу земли, и, видимо, частицы морской соли, которые заносятся с поверхности земли: раз атмосфера перемешивается до больших высот, стало быть, в ней есть и вертикальные течения, и нет ничего невозможного в том, что частицы соли попадают на большую высоту. А что атмосфера перемешивается до тех высот, откуда еще не удавалось взять непосредственные пробы, показывает опять-таки спектральный анализ: до самых крайних пределов воздушного океана атмосфера состоит из азота и кислорода. Но только там они находятся уже не в обычном молекулярном состоянии, а молекулы их разделены на атомы: кислород — примерно с высоты 175, а азот — с 200 километров.

Скорости передвижения светящихся облаков очень велики, в среднем около 50 метров в секунду, а в отдельных случаях и более 100 метров в секунду, т. е. 360—400 километров в час: за 1,5 часа такое облако пролетело бы расстояние от Ленинграда до Москвы. Значит, на высоте около 80 километров в стратосфере дуют очень сильные ветры. Направление их по большей части от восточной четверти горизонта к юго-западной. Наблюдались отдельные случаи, когда серебристые облака перемещались не прямолинейно, а вся их масса как бы вращалась против часовой стрелки.

В 1929 году в спектре ночного неба была открыта новая желтая линия, которая, как оказалось, принадлежит натрию; исследования показали, что натрий присутствует на высоте около 80 километров, и, таким образом, подтверждается предположе-

ние, что его частицы могут служить ядрами конденсации для образования серебристых облаков. Некоторые ученые не допускают, чтобы атмосфера перемешивалась в такой большой толще, и считают, что натрий выбрасывается в верхние слои извержениями, происходящими на солнце; наряду с такими «ливнями» натрия возможны и водородные «ливни» с поверхности солнца, и образование серебристых облаков можно объяснить как результат соединения атомов водорода, прилетающих с Солнца, с атомами кислорода земной атмосферы.

Все это еще далеко не решенные загадки.

Холодный юг и теплый север

Переходный слой между тропосферой и стратосферой (или так называемая тропопауза) изучен в настоящее время достаточно хорошо, как и нижние слои стратосферы. Из большого материала, полученного за последние десятилетия в различных странах, выяснилось, что нижняя граница стратосферы лежит не всегда и не везде на одной и той же высоте. Прежде всего, высота, на которой начинается стратосфера, зависит от широты места. В Арктике она лежит в среднем на высоте 8—9 километров, а в тропических странах гораздо выше — на высоте 15—18 километров. А так как до самой границы стратосферы температура все время падает, то в тропиках она опускается гораздо ниже, чем в полярных странах, и, таким образом, в нижних частях стратосферы юг (если говорить о нашем северном полушарии) значительно холоднее севера: температура высоких слоев доходит там до —70, —80 градусов, тогда как на севере не падает ниже —60, —55 градусов.

Однако наблюдения в Антарктике посредством радиозондов во время МГГ дали неожиданный результат — в очень многих случаях там не удалось обнаружить границу стратосферы даже при очень высоких подъемах, превышающих 30 километров. Чем объясняется такое «исчезновение» границы стратосферы — предстоит еще выяснить. Далее оказалось, что, кроме зависимости от географического положения места, высота тропопаузы зависит еще от времени года. Она лежит выше всего осенью и ниже всего весной. Это явление также еще требует объяснения.

Воздушные реки

В последнее десятилетие у нижней границы стратосферы открыты очень сильные воздушные течения, которые названы «струйными течениями». Такие потоки действительно напоминают струю или реку, текущую в более спокойном окружающем воздухе. Размеры их различны, но они могут достигать 3000 километров длины и до 800 километров ширины, мощность же их

бывает не более 3 километров. Направление струйных течений в основном с запада на восток, а скорость достигает колоссальных величин, иногда до 750 и даже 850 километров в час (около 210—235 метров в секунду). С таким течением можно меньше чем за 20 дней облететь весь земной шар.

Однако струйное течение не опоясывает всю землю — в нем наблюдаются смещения и разрывы. Скорости его значительно больше зимой, чем летом. Зимой оно располагается в нашем полушарии примерно на 25—35° северной широты, летом немного сдвигается к северу. Как показали наблюдения во время Международного геофизического года, оно встречается и в высоких широтах. Максимум скорости приходится над восточными берегами Азии, Северной Америки и над Японией, второй максимум — над Африкой.

Вследствие больших скоростей струйного течения на его окраине могут возникать сильные завихрения, опасные для самолетов. Весьма вероятно, что именно такие вихри были причиной некоторых не объясненных в свое время авиационных катастроф.

Несколько лет назад большой пассажирский самолет летел из Сингапура в Австралию. Последняя радиограмма, полученная с борта самолета, когда он пролетал над океаном, гласила: «Набираем высоту, чтобы обойти тучи». После этого самолет пропал без вести. На той же трассе через некоторое время пропал еще один самолет. Авиакомпанию обвиняли в том, что она эксплуатирует неисправные машины. Перед каждым рейсом их стали еще придирчивее проверять, но несмотря на это, вскоре погиб еще один пассажирский самолет. Радиосвязь не прерывалась с летчиком ни на одну минуту, и в последней радиограмме он успел сообщить: «Поднялся неожиданно сильный ветер...» Такая же катастрофа произошла и над берегами Северной Америки; пилот погибшего самолета передал в последней радиограмме: «Сильный толчок внезапно подбросил нас на два километра вверх... погибаем...»

В самом струйном течении самолет летит ровно и спокойно, и использовать это попутное течение для авиации, конечно, было бы очень выгодно. Французские ученые подсчитали, что экономия, которая получится таким путем от сокращения продолжительности трансатлантических перелетов, составит около 400 миллионов франков в год. Ученые всех стран тратят много усилий на выяснение неясных вопросов, связанных с возникновением и распространением этого течения; конечно, очень важно знать признаки, по которым можно заранее угадать присутствие струйного течения в том или ином месте. Наблюдения американских ученых говорят о том, что волнистые и чечевицеобразные облака в высоких слоях указывают на наличие струй-

ного течения. Некоторые ученые высказывают предположение, что степень мерцания звезд может дать представление о завитренности воздушных слоев, через которые проходит свет.

Ионосфера

Известно, что при распространении коротких радиоволн, подобно тому как при распространении звука на известном расстоянии от передатчика радиосигналы перестают быть слышными, образуется нечто вроде зоны молчания, за которой прием сигналов опять возобновляется. Оказалось, что короткие радиоволны отражаются от слоев атмосферы, лежащих на высоте более 80 километров, потому что за этими пределами сильно возрастает проводимость атмосферы. Эти слои, проводящие радиоволны, получили название ионосферы, потому что воздух там ионизирован под влиянием ультрафиолетовых лучей Солнца. Прием радиоволн прямо зависит от изменений, происходящих в ионосфере. При резком увеличении ионизации в ионосфере радиосвязь ослабляется или совсем нарушается.

Например, в книге Хейердала «Путешествие на Кон-Тики» описан такой случай. Исследователей выбросило на необитаемый остров в Тихом океане, и им надо было срочно сообщить о своем спасении, чтобы с Раротонги не вызывали экспедиций для их поисков. Приемник начал работать, но никто не отзывался на их призыв. «Тогда, — рассказывает Хейердал, — Торстейн послал сигнал CQ: иначе говоря, он вызывал все станции в мире, которые могли услышать нас на нашей любительской короткой волне». Это дало некоторый результат. Тихий голос из эфира назвал себя радиолюбителем из Колорадо. Но он не поверил сообщению и замолчал. После этого эфир умолк надолго. Но они не сдавались и продолжали передачи. «Мы во что бы то ни стало должны приостановить подготовку всех этих спасательных экспедиций в разных концах Тихого океана. Но эфир молчал. Мы были в отчаянье. Трудно сказать, что бы мы предприняли, если бы нас внезапно не услышали сразу с Раротонги и старина Гал».

Тур Хейердал путешествовал на плоту в 1947 году, когда как раз был период повышенной солнечной активности. А в такой период на Солнце бывают частые вспышки, которые сопровождаются сильным извержением ионизированных излучений. Ионизация ионосферы резко увеличивается и ослабляет, а то и полностью прекращает коротковолновую радиосвязь. Это продолжается иногда несколько минут, а иногда и около двух часов.

Наблюдения за распространением радиоволн помогли многое узнать об ионосфере. Как оказалось, ее верхняя граница лежит примерно на высоте, равной 470 километрам.

Высота 80 километров, где начинается ионосфера, считается верхним пределом стратосферы. На это указывают и явления,

которые можно наблюдать при наступлении сумерек. Внимательно следя за небом после захода солнца в ясную погоду, мы можем заметить, что оно темнеет не постепенно, а как бы скачками, происходит как бы последовательное опускание под горизонт светлых дуг. Первая дуга скрывается, когда солнце опустилось на 8 градусов ниже горизонта. Вычисление показывает, что это соответствует отражению лучей солнца от границы слоя, лежащего около 11 километров над землей: это нижняя граница стратосферы. Вторая, более слабая дуга исчезает, когда солнце опускается под горизонт на 18 градусов; соответствующая высота отражающего слоя получается около 70—80 километров. Есть еще еле заметная дуга: ее причина — отражение от слоев, лежащих на высоте более 200 километров.

Интересно, что эта же высота отмечается и при совершенно иных обстоятельствах: при лунном затмении тень земли, покрывающая луну, бывает окружена более светлой каймой; эта кайма представляет тень того сравнительно плотного слоя земной атмосферы, который еще способен рассеивать солнечные лучи. Высота этого слоя определяется путем очень точных измерений угловой величины светлой каймы, и равна она 200 километрам. Выше 200 километров воздух уже крайне разрежен. Давление атмосферы на высоте 200 километров так мало, что его даже трудно измерить: ведь уже в слое до 22 километров содержится $\frac{24}{25}$ всей массы атмосферы, так что на долю всех вышележащих слоев остается всего $\frac{1}{25}$. И если мы вспомним, что при возрастании высоты в арифметической прогрессии давление убывает в геометрической, то ясно поймем, с каким разрежением мы имеем там дело.

Где граница воздушного океана?

Если еще на высоте 1200 километров наблюдаются полярные сияния, представляющие разряды электричества в разреженных газах, то, очевидно, и на этой огромной высоте воздушный океан еще не кончается: какие-то следы газа там имеются. С точки зрения обитателя Земли, ее воздушная оболочка существует там, где ее можно обнаружить какими-либо доступными способами. Эти доступные способы непрерывно совершенствуются, а с ними расширяются для нас и пределы воздушного океана. По-видимому, можно считать, что атмосфера Земли не имеет резко определенной границы и постепенно переходит в мировое пространство. Еще на высоте 2500—3000 километров искусственные спутники Земли обнаружили существование газовой среды, хотя и крайне разреженной, но которая прослеживается даже и до больших высот.

Теряет ли Земля свою атмосферу?

Молекулы газов, составляющих атмосферу, находятся, как известно, в постоянном движении; на сравнительно небольших высотах газовых молекул много, и они все время сталкиваются друг с другом; эти столкновения не дают им улетать, преодолев земное притяжение. Но чем выше, тем меньше плотность воздуха, тем реже сталкиваются между собой молекулы, и, наконец, достигается такая высота, что движущаяся вверх молекула уже не имеет шансов вернуться на землю. В зависимости от скорости своего движения она или возвратится на землю через долгое время, повинаясь силе тяжести, или же улетит по гиперболической орбите в межпланетное пространство. Мы знаем, что для этого необходима «вторая космическая скорость» — 11,3 километра в секунду. Конечно, улетучиваются из атмосферы скорее всего самые легкие газы — гелий и водород; наблюдения над спектрами северных сияний показывают, что в самых высоких слоях атмосферы (около 1000 километров над землей) почти нет водорода. Думали, что там нет и гелия, но в спектрах некоторых полярных сияний, наблюдавшихся во время Международного геофизического года, были обнаружены его следы.

Так как для улетучивания частиц нужны большие скорости, то и температура в этих слоях должна быть достаточно высокой — ведь температура определяется скоростью движения частиц. Сначала считали, что в сфере рассеяния температура доходит до +700 градусов. Однако данные, полученные на искусственных спутниках Земли и на метеорологических ракетах, показали, что она может превышать 1000 градусов.

Грозит ли Земле опасность остаться без атмосферы?

Утечка газов из атмосферы все время восполняется выделением их с земной поверхности. Но если даже наша атмосфера постепенно и улетучивается, то это происходит чрезвычайно медленно. Указывают, что, например, для водорода полное рассеяние требовало бы срока порядка 10^{24} лет — единица с 24 нулями! А для более тяжелых газов, составляющих атмосферу, — кислорода и азота, — это время еще гораздо больше. Так что беспокоиться о том, что земля потеряет свою атмосферу, нам пока не приходится.

Ракеты в воздушном океане

Громадное значение для исследования самых высоких слоев атмосферы приобрели в последние десятилетия метеорологические ракеты.

Самый принцип ракеты — принцип реактивного действия — известен был очень давно, но лишь в нашем столетии началось

применение ракет для изучения воздушного океана. Нам, свидетелям полетов ракет на Луну, кажется странным, что еще в тридцатые годы возбуждали удивление ракеты, достигавшие высот 10—12 километров. Затем ракетная техника пошла вперед очень быстрыми шагами, и через десять лет, к концу второй мировой войны, в Америке были выпущены ракеты, достигшие 160 и 187 километров высоты. Вскоре были получены метеорологические данные более 25 ракетных полетов до больших высот (75 километров), а в отдельных случаях до 200—300 километров. В 1958 году в СССР была запущена метеорологическая ракета до высоты 473 километра. Метеорологические ракеты снабжаются приспособлениями для забора проб воздуха, для фотографирования солнечного спектра, для измерения температур; данные большей частью передаются на землю по радио. Скорость полета ракет достигает колоссальных величин — до 1500—2000 метров в секунду; естественно, что при этих полетах никакой приемник не успеет измерить температуру за такое короткое время. Температура высоких слоев определяется косвенным образом, по давлению и плотности воздуха на высоте, или по убыванию давления с высотой, или при помощи других расчетов.

По данным ракет, с высоты 30 километров начинается повышение температуры, и на 45—50 километрах она приблизительно равна нулю. Дальше температура опять начинает падать и у верхней границы стратосферы (80 километров) достигает примерно —70 градусов. Затем опять идет потепление, все более и более быстрое, и по данным немногих подъемов, превысивших 80 километров, на высоте 120 километров температура уже близка к 60 градусам тепла, а на высоте 220 километров — к 600 градусам. Впрочем, эти значения становятся гораздо меньше, если предположить, что выше 80 километров основные газы уже разделены на атомы. Пробы удалось взять только до 70 километров, и потому пока нельзя непосредственно судить о том, имеется или нет диссоциация газов за пределами 80 километров. Если принять, что кислород с высоты 80 километров начинает разделяться на атомы и оказывается полностью диссоциированным на высоте 120 километров, а азот диссоциирует на высотах от 120 до 220 километров, то вычисление дает для высоты 220 километров температуру порядка +180 градусов. А дальше температуры еще выше.

Нужно, однако, заметить, что при крайнем разрежении газа в этих слоях понятие температуры уже в большей мере условно — это совсем не то, что мы понимаем под температурой в нашей обычной обстановке. Ракетам или спутникам, летящим в высоких разреженных слоях, не грозит опасность раскалиться до очень высоких температур. Правда, частицы газа в этих слоях, как было сказано, обладают громадными скоростями, соответ-

ствующими высоким температурам, но при ничтожной плотности среды эти частицы сталкиваются с поверхностью ракеты крайне редко. Здесь нет речи о тепловом равновесии с окружающей средой, и температура ракеты определяется лишь действующим на нее солнечным излучением.

Также, например, высокая температура электрической искры, измеряемая тысячами градусов, не повысит температуры воздуха в лаборатории, где получена эта искра.

Зачем нужно изучать высокие слои воздуха?

Нетрудно себе представить, что исследование верхних слоев нашего воздушного океана требует гораздо больше сил, средств и внимания, чем наблюдения над атмосферой близ земли. Казалось бы, все явления погоды, которые имеют непосредственное значение для практической жизни человека, протекают в ближайших к земле слоях, и выходить за пределы тропосферы нет особой необходимости, если не считать чисто отвлеченного научного интереса.

Это далеко не так. Прежде всего, наша земная погода безусловно зависит от процессов, происходящих в высоких слоях, если даже законы этой зависимости пока еще не изучены.

Кроме того, многое, что происходит за пределами тропосферы, само по себе имеет значение для человека. Вспомним хотя бы о том, что если бы не стратосферный озон, ультрафиолетовые лучи солнца уничтожили бы все живое на земле. Явления, происходящие в ионосфере, оказывают большое влияние на радиосвязь: как раз нарушения радиосвязи и помогли открыть ионосферу.

Изучение стратосферы имеет первостепенное значение для авиации. В разреженном воздухе высоких слоев, где сопротивление движению становится ничтожным, где нет ни мощных облаков, ни туманов, открыт простор для полета современных сверхскоростных самолетов, построенных, как и ракета, на реактивном принципе.

Мало того, сейчас речь идет уже не только о полетах в стратосфере: в порядке дня стоят полеты человека на другие планеты нашей солнечной системы. Теория межпланетных полетов разработана давно нашим гениальным ученым К. Э. Циолковским, но первые шаги к осуществлению таких полетов сделаны лишь в наши дни.

Начало покорения космического пространства

Новая эра в мировой науке началась 4 октября 1957 года, когда был запущен в СССР первый в мире искусственный спутник, достигший в наибольшем удалении от Земли расстояния

947 километров. Вскоре после этого — 3 ноября 1957 года — в небесные просторы вырвался второй спутник, на котором в герметической кабине была поднята собака Лайка. Специальные приборы записывали изменения ее дыхания, сердечной деятельности, кровяного давления в условиях полета, и эти данные передавались на Землю. Прошло всего полгода, и 15 мая 1958 года на орбиту был выведен третий спутник, удалившийся от Земли на 1880 километров и просуществовавший более года.

Наряду с запуском спутников ученые работали и над еще более трудной задачей — посылкой космических ракет в сторону Луны. Первая ракета прошла на расстоянии 6000 километров от поверхности Луны и стала искусственной планетой, вращающейся вокруг Солнца. Полет второй ракеты, пущенной 12 сентября 1959 года, совпал с исторической поездкой Н. С. Хрущева в США с миссией мира. Эта ракета, согласно точно разработанному плану, в 0 часов 02 минуты в ночь с 13 на 14 сентября опустилась на поверхность Луны в районе Моря Ясности. Наконец, третья ракета, запущенная 4 октября 1959 года, облетела Луну и также выполнила поставленную ей задачу — сфотографировала никем не виденную дотоле обратную сторону Луны, причем фотографическое изображение было передано на Землю. Эти достижения были подлинным триумфом советской науки и удивили весь мир!

За этим последовали в марте 1961 года два корабля-спутника, на которых были подняты подопытные животные — собаки, мыши, кролики, различные другие биологические объекты. Такие полеты проходят безвредно для животных — спустившись на землю, они весело бегут к оставленному дома потомству или к приготовленной для них еде и, по-видимому, не чувствуют никакого расстройства в своем здоровье.

Собака Чернушка, летавшая в кабине четвертого советского корабля-спутника 9 марта 1961 года, благополучно спустилась с высоты около 250 километров и чувствовала себя в последующие дни вполне нормально.

Еще более изумительным подвигом советских ученых и техников был запуск 12 февраля 1961 года космического корабля в сторону планеты Венера, а 1 ноября 1962 г. была запущена межпланетная станция в сторону Марса.

В США в 1958—1962 годах тоже были произведены запуски искусственных спутников Земли, но первые из этих спутников были по размерам и весу гораздо меньше советских. Были запущены и геофизические ракеты. Одну из них можно было проследить до расстояния более 650 000 километров от Земли. Она прошла в удалении от Луны на 59200 километров и вместе с советскими ракетами стала членом нашей солнечной системы.

После удачных полетов животных на искусственных спутниках и ракетах в 1961 году в СССР был сделан новый поразитель-

тельный шаг к освоению космоса: 12 апреля Ю. А. Гагарин поднялся на корабле-спутнике Восток на высоту 327 километров и совершил оборот вокруг Земли, пробыв в полете 1 час 48 минут. 6 августа того же года майор Г. С. Титов на корабле Восток-2 облетел вокруг земного шара 17 раз; полет длился более суток — 25 часов 18 минут. Мы можем гордиться, что первый шаг человека в космическое пространство, встреченный восторженными откликами всего мира, был совершен советскими летчиками. Примерно на полгода позднее, 20 февраля 1962 года, дважды облетел вокруг земного шара американский майор Джон Гленн; 24 мая того же года американец Карпентер совершил три оборота вокруг Земли. Совершенно неслыханным достижением был групповой полет советских космонавтов А. Г. Николаева и П. Г. Поповича на космических кораблях «Восток 3» и «Восток 4» 11—15 августа 1962 г.

Все космонавты здоровы, беспримерные путешествия не оказали на них вредного влияния.

Путь в космос открыт. Но чтобы обеспечить безопасность полетов в космическом пространстве, необходимо хорошо знать свойства среды, в которой будет проходить полет.

Спутники и ракеты снабжены сложнейшей аппаратурой, которая уже дала возможность изучить ряд совершенно не известных до сих пор явлений в окружающем Землю пространстве.

Удалось определить температуру в высоких слоях атмосферы. Она на высоте 200 километров равна 800—1000 градусам, а затем повышается до 2000—3000 градусов.

Изучение торможения ракет и спутников — замедление их движения по орбите вследствие сопротивления среды — дало возможность судить о плотности самых высоких слоев. Она оказалась значительно больше, чем предполагали ранее. При этом плотность изменяется в зависимости от времени суток и от широты места; над экватором она больше, чем над полюсами.

Получены ценные данные для исследования магнитного поля Земли. Подробнее изучена ионосфера; верхний ее предел около 470 километров. Она делится на два слоя (E — на 80—120 километров, F — на 250—300 километров), между которыми, однако, нет резкой границы. Количество электронов в ее нижних частях оказалось примерно в 3,6 раза меньше, чем в более высоких.

Спутники и ракеты дали возможность изучить космические лучи за пределами тех слоев атмосферы, которые их поглощают и видоизменяют. Первичные космические лучи состоят из ядер различных элементов, летящих со скоростями, близкими к скорости света. Часть этих лучей, обладающих сравнительно малой энергией, образуется от взрывов на Солнце. Лучи с высокой энергией приходят откуда-то из глубин Вселенной.

Самое главное — это имеет очень важное значение для будущих космических полетов — то, что вокруг Земли обнаружено два пояса заряженных частиц, представляющих опасность для живых организмов. Во внутреннем, начинающемся примерно с 500 километров, носятся с огромными скоростями частицы с очень большими энергиями. Во внешнем, простирающемся до 40—50 тысяч километров над поверхностью Земли, движутся электроны, энергия которых сравнительно невелика. Они притягиваются к Земле воздействием ее магнитного поля, которое как бы привлекает их в «ловушку». Полеты ракет вблизи Луны показали, что вокруг Луны нет такого «ореола» — она не обладает магнитным полем.

В 1959 году при помощи советских космических ракет был обнаружен еще и третий пояс, расположенный значительно дальше от земной поверхности. Это открытие было позднее подтверждено данными, полученными на американских спутниках.

Интересные результаты получены относительно метеоров: во-первых, открыты не известные до сих пор в солнечной системе метеорные потоки и вычислены их пути; во-вторых, выяснено, что на Землю каждые сутки выпадает более 1000 тонн метеорной пыли.

Путем регистрации числа ударов метеорных частиц о поверхность ракеты или спутника выяснено, что в среднем это число составляет несколько десятков тысяч на квадратный метр поверхности за час; при больших скоростях метеоров металл покрывается выбоинами, а частицы больших размеров могут и пробить насквозь оболочку воздушного корабля. С этим нужно считаться при организации космических полетов. Опыт состоявшихся до сих пор полетов спутников и ракет показывает, что метеорная опасность не так уж велика.

Подробнее исследуются ультрафиолетовое и рентгеновское излучение Солнца, о которых была речь в главе о Солнце.

Конечно, полученные материалы наблюдений и исследований, произведенных за МГГ на всем земном шаре, еще не обработаны. Их ведь чрезвычайно много. Приблизительно подсчитано, что одни только метеорологические и аэрологические наблюдения займут около 1800 томов по 500 листов в каждом. Подлежащая обработке пленка, заснятая при полете 3-й космической ракеты, имеет длину в несколько тысяч километров!

Ближайшие годы будут посвящены наряду с продолжением наблюдений обработке и освоению всех материалов МГГ шестидесяти стран, которые принимали в нем участие.

Еще раньше чем закончилась обработка результатов Первого геофизического года, ученые уже задумали новое, не менее грандиозное предприятие. Организация, руководящая геофизическими наблюдениями в международном масштабе — Международный геофизический комитет, — приняла решение провести

новый геофизический год, на этот раз приурочив его к периоду не максимума, как МГГ, а минимума солнечной деятельности. «Год» будет продолжаться 21 месяц — с 1 апреля 1964 по 31 декабря 1965 года. Ему дано название «Международный год спокойного солнца» (МГСС). Можно ожидать, что в связи с ослаблением солнечной деятельности будет более спокойна и земная атмосфера. Во время МГСС будут вестись исследования явлений, особенно тесно связанных с Солнцем, — земного магнетизма, полярных сияний, космических лучей. Намечено специально изучить ультрафиолетовое и рентгеновское излучение Солнца. Особое внимание будет обращено на исследование внешнего и внутреннего радиационных поясов Земли. Очень интересно будет уловить черты сходства и различия в ходе земных явлений при максимуме солнечной деятельности — с одной стороны, минимума — с другой. Итак, впереди уже вырисовываются новые задачи, новые ступени к познанию воздушного океана. Сейчас можно сказать с уверенностью, что и проведенная, и предстоящая работа намного приблизят человечество не только к разрешению загадок атмосферы, но и к освоению космоса.

Оглавление

	Стр.
Введение	3
Глава первая. Солнце	7
<p><i>Солнечное излучение. Пятна на Солнце. Крепость Салхим. Лучи из неведомых пространств. Взрывы на Солнце. Влияние Солнца на организмы. Полярные сияния. Почему небо синее, облака белые, Солнце красное? Голубое Солнце. Если бы солнечный свет не рассеивался? Смертельные лучи и благотворительная ширма в атмосфере. Стекло жизни. Где теплее: ближе к Земле или к Солнцу? Приходо-расходная книга тепла. Как человек заставляет работать Солнце. Надежды, возлагаемые на Солнце. Погаснет ли Солнце?</i></p>	
Глава вторая. Воздух	35
<p><i>Состав воздуха. Сколько весит воздух? Приспособляемость организмов. Для чего служит барометр? Должен ли барометр показывать и предсказывать погоду? «Барометр испортился». Можно ли измерить высоту термометром? Высокие и низкие давления.</i></p>	
Глава третья. Температура	51
<p><i>Сколько сейчас градусов? Нормальные, средние и крайние температуры. Как меняется температура с высотой. Где на Земле всего теплее и всего холоднее? Волны тепла и холода. Ледяной дом. Год на год не приходится.</i></p>	
Глава четвертая. Влажность	69
<p><i>Овечья шерсть предсказывает погоду. На что годится женский волос? Будет ли ночью заморозок? Как происходит конденсация? Испарение. Засуха. Пыльные бури. Где на Земле влажность всего больше и всего меньше? Влажность и самочувствие человека.</i></p>	
Глава пятая. Облака	85
<p><i>Облака от пожаров. Слоистые облака. Облака на раздвиге двух потоков. Облачные флаги и волны. Туманы. Из чего состоят облака и туманы? Как замерзло «Галльское море». Как определяют высоту облаков.</i></p>	
Глава шестая. Осадки	99
<p><i>Дожди и ливни. Был ли «всемирный потоп»? Самые сухие и самые мокрые места на Земле. «Чудесные» дожди. Град. Снежинки. Снег — друг и враг человека. Роса, иней, изморозь, гололедица.</i></p>	

Глава седьмая. Воздушные течения 115

Закон ветра. Как измерить ветер? Циклоны и антициклоны. Тропические бури. Ураганы в Америке. Ураганы и атомный взрыв. Бури средних широт. Шквал. Смерчи и торнадо. Бураны. Бора. «Пожиратель снега». Где бывают самые сильные ветры? Наибольшая скорость ветра. Растения и ветер. Как заставить ветер работать?

Глава восьмая. Атмосферное электричество 143

Капризы молнии. Как человек поймал молнию. Как образуется грозовое облако. Что такое молния? Как распределяются грозы. Шаровая молния. Почему молния выбирает? Электрические бури. Гром. Тихие разряды. Защита от грозы. Радиоэхо.

Глава девятая. Оптические явления 167

Венцы и гало. Ложные солнца. Радуга. Миражи. Фата-моргана. Игра Солнца. Воздушные призраки. Зеленый луч. Мерцание звезд.

Глава десятая. Погода 185

Начало постоянных наблюдений в России. Первый русский метеоролог. Балаклавская буря. Предсказание штормов. Служба наводнений. Разделение Невы. Служба погоды. Синоптическая карта. Воздушный фронт. Вихри в воздушном океане. Как предсказывают погоду? Математическое вычисление погоды на завтра. Предсказание погоды на долгий срок. Об ошибках предсказаний. «Черемухины» холода. Сигналы птиц. Активное воздействие на погоду. Погода и атомная бомба. Можно ли самому предсказывать погоду.

Глава одиннадцатая. Климат 219

От чего зависит климат? Погода, нарушающая климат. Климаторазделы. Снег защищает от холода. Человек и климат. «Печати» климата. Колебания климата. Летопись природы.

Глава двенадцатая. Шторм воздушного океана 239

Геофизический год. Антарктика. Человек отрывается ото дна воздушного океана. Летящие радиостанции. Как открыли стратосферу. Стратостаты. Советские стратостаты. Из чего состоит воздух на высоте? Что говорят пушки о строении стратосферы? Озон в стратосфере. Перламутровые облака и метеоры. Светящиеся или серебристые облака. Холодный юг и теплый север. Воздушные реки. Ионосфера. Где граница воздушного океана? Теряет ли Земля свою атмосферу? Ракеты в воздушном океане. Зачем нужно изучать высокие слои воздуха? Начало покорения космического пространства.

*Андреева Екатерина Владимировна
и Кладо Татьяна Николаевна*

АТМОСФЕРА И ЖИЗНЬ

Редактор *П. П. Быстров*

Художник *В. М. Соколов*

Худ. редактор *Ю. Н. Шаромов*

Техн. редактор *Н. В. Волков*

Корректоры: *М. А. Гальперина* и *Л. И. Штанникова*

Слано в набор 8/X 1962 г.

Подписано к печати 4/II 1963 г.

Бумага 60 × 90 ¹/₁₆. Бум. л. 8,38. Печ. л. 16,75. Уч.-изд. л. 17,13.

Тираж 28 000 экз. М-17056.

Индекс МЛ-204.

Заказ № 791. Цена 61 коп.

Гидрометеорологическое издательство.
Ленинград. В-53, 2-я линия, д. № 23

Типография № 2 им. Евг. Соколовой
УЦБ и ПП Ленсовнархоза.
Ленинград, Измайловский пр., 29.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

начинает выпускать новую серию научно-популярных книг по метеорологии, аэрологии, климатологии, океанографии под названием

„На суше, в море, в воздухе“

В серию войдут книги советских и зарубежных авторов — ученых, исследователей, путешественников, писателей.

В 1963 году выйдут:

Астапенко П. Д. На острове четырех вулканов. 24 к.

Емцев М. Т., Парнов Е. И. Накануне великого шторма природы. 27 к.

Ревич В. А. Наперекор стихиям (Три были о геофизиках). 15 к.

Фролов В. А. Разведчики морей и океанов. 35 к.

Баттан Л. Радар наблюдает погоду. 30 к.

Бриндз Р. Все о подводных исследованиях в море (пер. с англ.). 15 к.

Омман Ф. Океан (пер. с англ.). 40 к.

Приггл П. Приключения под водой (пер. с англ.). 40 к.

Ханке Г. Седьмой континент (пер. с немецк.). 40 к.

Шёпер З. Какая будет погода (пер. с немецк.). 40 к.

Книги серии рассчитаны на широкий круг читателей.

Заказы на эти книги принимают магазины местных книжоторгов и потребкооперации.

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ

61 коп.